

أنظمة القياس

جغرافية / سنة رابعة

المحاضرة الأولى

المساحة التصويرية (Photogrammetry)

د. يارا الويش





المساحة التصويرية (Photogrammetry)

د.ياراالويش

مفهوم المساحة التصويرية وتطورها:

اشتُق مصطلح المساحة التصويرية من كلمتين يونانيتين هما (Phos) وتعني الضوء (Light)، و(Graphin) وتعني الكتابة (Writing).

تُعرف المساحة التصويرية بأنها علم وفن وتقنية الحصول على معلومات كميّة ، ونوعية وقياس المعالم الطبيعية والصناعية لمنطق ة ما بواسطة صور فوتوغرافية أوغير فوتوغرافية لهذه المنطقة[1]. وتختلف المساحة التصويرية عن المساحة الأرضية في أن المساحة الأرضية تتعامل مع الطبيعة بشكل مباشر، أمّا المساحة التصويرية تعتمد على الصور للحصول على المعلومات والقياس بدون تماس مباشر مع الطبيعة في أغلب مراحل العمل.[2]

وتتميز المساحة التصويرية عن المساحة الأرضية بما يلي:

1 -العمل المساحي الأرضي للمناطق كبيرة المساحة مكلف جداً، ويحتاج إلى وقت، وجهد كبير مقارنةً مع المسح التصويري.

2 -لا يرتبط المسح التصويري بوقت محدد، أومناخ محدد بعكس المسح الأرضي.

3 -صعوبة التعامل الأرضي مع بعض المناطق التي تتميز بتضاريسها الوعرة وصعبة الوصول بشكل عام، بعكس المساحة التصويرية.

تُعد المساحة التصويرية أحد الفروع الرئيسة في تخصص المساحة يتم خلالها الحصول على المنتجات المساحية المختلفة لمنطقة ما مثل الخرائط الطبوغرافية ، والخرائط الـغرضية، وكذلك الحصول على معلومات ودراسات عن هذه المنطقة بواسطة الصور الملتقطة لها.

[1] Abraham Thomas,(2010), (Aerial photograph), university of western cape, cape town, South Africa. P:3.

[2] الموقع الالكتروني للموسوعة الحرة: www.wikipedia.com

ويتضمن موضوع المساحة التصويرية نطاقين أساسيين هما:

1- المساحة التصويرية المترية (Metric Photogrammetry):

يتضمن إعداد المخططات، والخرائط المستوية، والطبوغرافية وتعيين إحداثيات النقاط، والمسافات، والأبعاد والمساحات..وغيرها من الأغراض المساحية بالاعتماد على الصور.

- المساحة التصويرية التفسيرية (Interpretative Photogrammetry):

تشمل قراءة الصورة، والتعرف على محتواها من المعالم الطبيعية الطيفية (كأنواع الترب) والصناعية أو للدراسات الإحصائية، أو لأغراض الاستطلاع العسكرية، ودراسة التلوث، والتخطيط للمشاريع وغير ذلك.[3]

كما يُعد استخدام المساحة التصويرية ضرورياً في العديد من التطبيقات يمكن إيجازها فيما يلي:

1- إعداد المخططات والخرائط الطبوغرافية بدقة عالية وسرعة وبأقل كلفة.

2- استكشاف وتخطيط، وتصميم شبكة المواصلات المختلفة، والسدود، وقنوات الري والاتصالات... وغيرها من المشاريع المدنية.

3- تُستخدم المساحة التصويرية في الدراسات الجيولوجية، من أجل التنقيب عن المعادن والمياه الجوفية، وفي دراسات التربة وسطح الأرض لمعرفة مدى ملاءمته للأغراض المختلفة من زراعة أو صناعة... وغيرها.

4- تُستخدم في المجال العسكري لإمداد الجيش بمعلومات عن مواقع العدو ومعداته وأعداده وتحركاته.

5- تُستخدم المساحة التصويرية في الدراسات السكانية، كالإحصاء السكاني.

6- للمساحة التصويرية أهمية كبيرة في حل ومراقبة المشاكل المرورية.

يرجع تاريخ استخدام الصور في القياسات إلى القرن التاسع عشر، حيث تمكن الألمانيان ستيرم(Sturm) وهاك (Haak)عام 1839م من استعمال الصور الجوية المأخوذة من المنطاد الجوي في أعمال التغطية المساحية الجوية بعد أن استطاعا استنباط علاقة رياضية بين الهندسة الإسقاطية (Projective Geometry) والصور الجوية.

وقدم أراغو (Arago) الجيوديزي الفرنسي، في عام 1840م، تقريراً عن إمكانية استعمال الصور في المساحة الطبوغرافية.

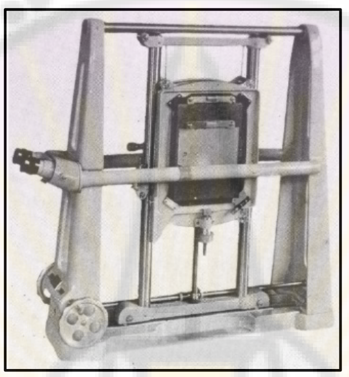
تلاه لوسيدات (Laussedat) الجيوديسي و المهندس في الجيش الفرنسي الذي وضع أسس هذا العلم، وهو معروف باسم رائد المساحة التصويرية نتيجة لجهوده الكبيرة في اثبات أهمية استخدام التصوير في وضع الخرائط، حيث وضع عام 1859 خرائط لأجزاء من باريس بآلة تصوير

---

[3] محمد اسماعيل دومة، المساحة التصويرية، منشورات كلية الهندسة، كلية الهندسة، جامعة المنوفية، مصر، 2010م، ص:6.

معلقة من بالون في الجو. ووضح طريقة لتحديد إحداثيات المظاهر باستخدام صورتين متلاحقتين وذلك بطريقة تقاطع الأشعة الفراغية. في نفس الوقت تقريباً قام ميدنباورالمهندس الألماني بأول محاولة ناجحة لاستخدام الفوتوغرامتري في دراسة الأبنية.

كما قام العالم الإيطالي (Porro) باختراع آلة تصوير استعملت لتطبيق نظرية البانوراما.[4]
أما الحدث الأهم في تاريخ المساحة التصويرية فيعود إلى قيام الألماني بال فريخ (c.palfrich) عام 1901 باختراع جهاز (ستيريوكمبريتور) (جهاز القياس على الصور). [5] والموضح في الشكل(1):



الشكل (1): جهاز الستريوكمبريتور (Stereo comparator)
المصدر : History of photogrammetry, center for photogrammetry training,U.S.A,2001,p:17

ومع بزوغ عصر الأقمار الصناعية في عام 1960م بإطلاق القمر الصناعي تيروس- 1 المخصص لدراسة المناخ، بدأ التفكير في إحلال الأقمار الصناعية بدلاً من الطائرات . وفي عام 1972م تم إطلاق القمر الصناعي Landsat-1 وهو أول قمر صناعي مخصص لدراسة موارد سطح الأرض من الفضاء، ليبدأ عصر جديد في تطبيقات الصور الجوية، وأُطلق على تلك الصور الملتقطة من الأقمار الصناعية اسم المرئيات الفضائية للتمييز بينها وبين الصور الجوية الملتقطة من الطائرات[6].

---

[4] شريف الشافعي، المساحة التصويرية، منشورات دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع، القاهرة، مصر، 2004م. ص: 9.

[5] عبد الله الصادق علي، مقدمة في المساحة التصويرية التحليلية والرقمية، جامعة الملك سعود، كلية الهندسة، المملكة العربية السعودية، 2005م ، ص:(12-13).

[6] جمعة داود، مقدمة في الصور الجوية والمرئيات الفضائية، مكة المكرمة، المملكة العربية السعودية، 2013م، ص:4.

يمكن تلخيص مراحل تطور المساحة التصويرية بما يلي:

– المساحة التصويرية المستوية (Plane Table Photogrammetry): حيث تم أخذ الصور من سطح الأرض، سبقت هذه المرحلة اختراع الطائرات، وكانت الصور تُستخدم لاستخراج العلاقات الهندسية بين المظاهر.

– المساحة التصويرية التقليدية (Analog Photogrammetry):

التي بدأ العمل فيها عام 1901 م باستخدام الوسائل البصرية، والميكانيكية لاستخراج النموذج الهندسي ثلاثي الأبعاد من خلال صورتين متداخلتين لينتج عنهما الخرائط الطبوغرافية.

– المساحة التصويرية التحليلية (Analytical Photogrammetry):

في هذه المرحلة حل الحاسوب مكان الأجهزة التقليدية التي كانت مستخدمة في المساحة التصويرية التقليدية، ونتج عن هذا النوع من المساحة: الخرائط الطبوغرافية الورقية، والخرائط الطبوغرافية الرقمية، ونماذج الارتفاع الرقمية.

– المساحة التصويرية الرقمية (Digital Photogrammetry):

بدأت مع الحصول على الصور الرقمية، حيث يتم العمل بشكل آلي، ونتج عن المساحة التصويرية الرقمية : توليد نماذج الارتفاع الرقمية ، وتوليد الصور المصحَحة عمودياً. ومنتجات هذه هذا النوع من المساحة جاء بصيغة رقمية: الخرائط الرقمية، ونماذج الارتفاع الرقمية، والصور المصحَحة رقمياً.

أقسام المساحة التصويرية:

المساحة التصويرية الأرضية (Terrestrial photogrammetry):

يُستخدم مصطلح المساحة التصويرية الأرضية عندما توظف آلات التصوير الأرضية المساحية في أخذ الصور.

تُصنف المساحة التصويرية الأرضية في:

- المساحة التصويرية ذات المدى القريب(Close range photogrammetry): وذلك حين تكون المسافة بين آلة التصوير والهدف تتراوح بين 1,10 وحتى 100 متر.
- المساحة التصويرية الماكرو(الكبيرة) (Macro photogrammetry): وذلك حين تكون المسافة الفاصلة بين آلة التصوير والهدف تتراوح بين 0,10 وحتى 0,01 متر.
- المساحة التصويرية الميكروسكوبية (Micro photogrammetry): عندما تُعرض الصور من خلال المجهر (Microscope)[7].

[7]DursumZ.Seker, ZaideDurun, (2011),(Terrestrial and Nummerical Photogrammetry). ITU Photogrammetry Division. P:1.

تُؤخذالصورالأرضيةبواسطةآلاتتصويرمثبتةأرضياًفوقحاملفينقطةذاتإحداثياتمعلومة،ويستخدملذلكالتيود وليتذوآلةتصوير (Photo−Theodolite)،ويتألفمنآلةتصوير ،وتيودوليتمثبتينعلىركيزةثلاثية، وهويُستخدملأخذصورأرضية. انظرالشكل(2).



الشكل(2): جهاز التيودوليت

المصدر: الموقع الالكتروني لوكالة المسح الجيولوجي الأميركية:www.USGS.gov

يتم الحصول على هذا النوع من الصور باستخدام آلات تصوير مثبتة على سطح الأرض أو بالقرب منها، وهناك ثلاثة أنواع أساسية تُستخدم في المساحة التصويرية الأرضية هي:

1- آلات التصوير المترية (Metric Cameras): صُممت للقياسات من على الصور، تحتوي على توجيه داخلي (Interior orientation) معروف، وهي مثبتة وتحتوي على علامات إسناد (Fiducial mark) لإعادة تغطية التوجيه الداخلي.

2- آلات التصوير غير المترية (Nonmetric Cameras): عبارة عن مجموعة واسعة من آلات التصوير تُستخدم من قبل المختص للحصول على صورة ذات كفاءة عالية.

3- آلة التصوير الرقمية (Digital Cameras): وهي آلات التصوير ذات دقة عالية جداً[8].

وتُستخدم المساحة التصويرية الأرضية في تطبيقات المسح الطبوغرافي، وعلم الآثار، والهندسة المدنية، والصناعة، والهندسة الطبية...الخ. حيث تُوضع آلة التصوير الدقيقة على حامل ثلاثي الأرجل مثبت على الأرض لالتقاط صور للمعالم الجغرافية (خاصة المباني، والمنشآت الهندسية) ثم تُستخدم هذه الصور بعد معالجتها في القياسات الهندسية لهذه المعالم [9]. ويوضح الشكل (3) صورة لمبنى السرايا الأثري في مدينة استانبول حيث تم التقاط الصورة باستخدام آلة تصويرمترية بعدسة دقتها(Focus 40mm lens) مثبتة فوق حامل ثلاثي الأرجل، ثم استُخدمت برامج معالجة الصور للحصول على نقاط الارتفاع (Evaluations).

[8] DursumZ.Seker, ZaideDurun, (op.cit). p:18.

[9] جمعة داود، مقدمة في الصور الجوية والمرئيات الفضائية، مرجع سبق ذكره، ص 4.

وتم وضع نقاط التحكم (Control points) على جوانب المبنى، ورسم الشكل الهندسي للمبنى باستخدام برنامج AutoCAD . ويُستخدم هذا المنتج في ترميم وإعادة إنشاء هذا المبنى التاريخي[10].



الشكل(3): مبنى السرايا الأثري والمسح التصويري الأرضي له

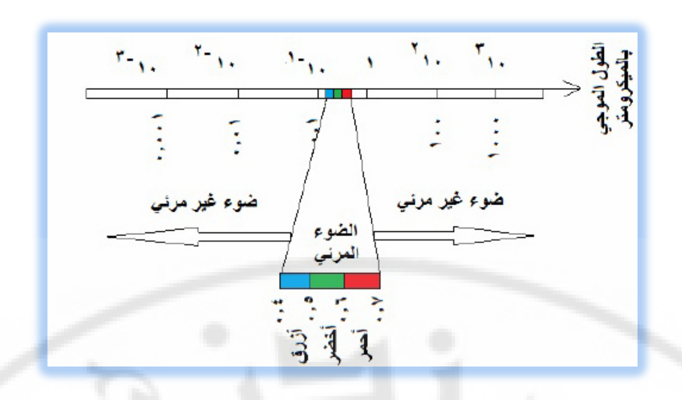
المصدر: Dursumz.seker, Zaide Durun,2011,p:40

المساحة التصويرية الجوية: (Aerial Photogrammetry):

مبدأ المسح التصويري الجوي:

يعتمد التصوير الجوي على عدة أسس لعلوم الضوء والبصريات حيث أن آلات التصوير الجوي (التقليدية) تحتوي على عدسة أو عدة عدسات تسمح بمرور الضوء إلى الفيلم.

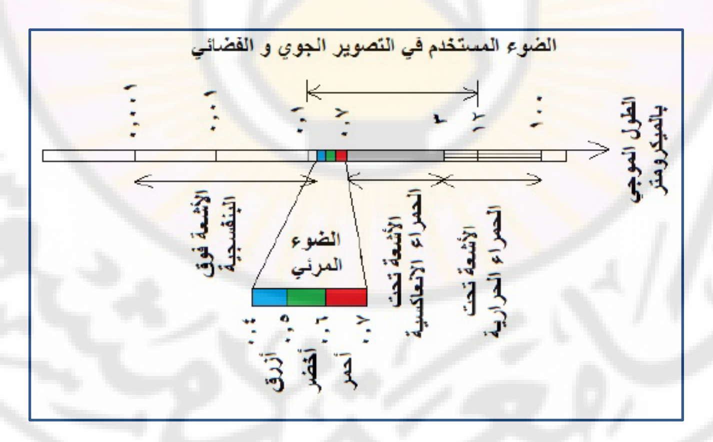
[10]Dursumz.seker, ZaideDurun. (op.cit).. p:39-40.



الشكل(4): الإشعاع الكهرومغناطيسي المرئي وغير المرئي

يُستخدم الإشعاع المرئي في التصوير الجوي بصفة أساسية، وإن كانت هناك أنواع من معدات التصوير الجوي وأيضاً التصوير الفضائي تُستخدم بالإضافة للأشعة المرئية أنواع من الأشعة غير المرئية ذات أطوال موجات قريبة، فالأشعة فوق البنفسجية التي تتراوح أطوالها بين 0,1 ميكرومتر و0,2 ميكرومتر. تُستخدم في تطبيقات معينة من التصوير خاصة التصوير الفضائي في نطاق الجيولوجية وتحديد أنواع الصخور.

كما تُستخدم الأشعة تحت الحمراء (التي يتراوح طول موجاتها بين 0,7 حتى 3 ميكرومتر) أو الأشعة تحت الحمراء الحرارية (التي طول موجاتها يتراوح بين 3 وحتى 12 ميكرومتر) في التصوير الجوي والتصوير الفضائي خاصة في التطبيقات الزراعية، والمائية، والعسكرية.



الشكل(5): الأشعة المستخدمة في التصوير الجوي والفضائي

– الأفلام (Photographic films):

الفيلم هو شريحة من البلاستيك المغطاة بطبقة من مادة نترات الفضة وهي المادة التي تتميز بتأثرها أو حساسيتها للضوء تبعاً لشدته. وبصفة عامة تنقسم الأفلام المستخدمة في التصويرالجوي إلى عدة أنواع تشمل الأفلام المرئية والأفلام غير المرئية، وفي كل نوع منهما يوجد أفلام ملونة وأفلام غير ملونة.

فالأفلام المرئية هي تلك الحساسة لأنواع الطيف الكهرومغناطيسي المرئي فقط، بينما النوع الثاني من الأفلام يكون حساساً وقادراً على تسجيل بعض أنواع الأشعة غير المرئية خاصة الأشعة تحت الحمراء[11].

ومن أنواع أفلام التصوير الجوي:

- الفيلم البانغروماتي أو الفيلم الحساس للأشعة المرئية (Panchromatic film):

هذه الأفلام حساسة للطيف من طول الموجة 0.3 وحتى 0.7 ميكرومتر[12]. ويكون الفيلم المرئي المستخدم في التصوير الأبيض والأسود، وهو الأكثر شيوعاً في التصوير الجوي. بهدف إنتاج الخرائط، وأيضاً في التطبيقات الجيولوجية والهيدرولوجية والتربة.

- الفيلم الأبيض والأسود الحساس للأشعة تحت الحمراء باللون الأبيض والأسود (Black and white infrared film):

تمتد حساسية مادة هذا الفيلم لتشمل الأشعة المرئية والأشعة تحت الحمراء أيضاً، حيث تتراوح طول موجاتها بين(0.3 وحتى 0.9 ميكرومتر). تُستخدم هذه النوعية من الأفلام في التعرف على جودة وصحة النباتات[13].

- الفيلم الملون العادي (True color film):

حيث تظهر المعالم الطبيعية في الصورة بألوانها الطبيعية المعتادة كما تراها العين البشرية.

- الفيلم الملون الحساس للأشعة تحت الحمراء (Color infra-red film):

وتُدعى أيضاً الأفلام الملونة الكاذبة حيث تظهر المعالم الخضراء بلون أزرق على الصورة باستثناء النباتات التي تظهر بلون أحمر. كما تظهر المعالم الحمراء بلون أخضر وتظهر الأهداف التي لا تراها عين الإنسان (خارج المجال المرئي) بلون أحمر على الصورة[14].
يُستخدم هذا النوع من الأفلام في التطبيقات الزراعية لتحديد أنواع وأمراض النباتات ولتمييز المياه الصافية أو العذبة عن المياه العكرة [15]. ويوضح الشكل(6) أنواع الصور طبقاً لأنواع الأفلام:

---

[11] جمعة داود، مقدمة في الصور الجوية والمرئيات الفضائية، مرجع سبق ذكره، ص:37.

[12] صفية عيد، بهجت محمد، الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، منشورات جامعة دمشق، كلية الآداب والعلوم الإنسانية، قسم الجغرافية، ص:59.

[13] المرجع السابق، ص26.

[14]Thomas Eugene avery, Graydonlennis berlin,(1992), Fundamentals of remote sensing and air photo interpretation, fifth edition, library of congress cataloging in publication data. U.S.A. p:35.

[15] جمعة داود، مقدمة في الصور الجوية والمرئيات الفضائية، مرجع سبق ذكره، ص 38.



الشكل(6): أنواع الصور طبقاً لأنواع الأفلام

المصدر : Thomas Eugene avery, Graydonlennis berlin,1992,p:35

يُعد المسح التصويري الجوي الطريقة الأساسية لوضع الخرائط نتيجة لميزاته التي يمكن إيجازها بما يلي:

1- الحصول على خرائط بجودة عالية دون تكلفة وجهد كبيرين

2- تتم الدراسة بواسطة الصور، وفي ظروف مخبرية في أي وقت وأي ظرف.

3- إمكانية دراسة المناطق التي لا يمكن الوصول إليها، كالصحاري، والتوندرة، والانهدامات الجبلية العالية، وفي المناطق العسكرية.

يسمح المسح التصويري الجوي بوضع خرائط لمناطق الجبال العالية، والمنخفضة، والهضاب والمناطق المستوية، وذلك باستخدام أجهزة تُمكن من تنفيذ عمليات معالجة الصور الستريوسكوبية والحصول على نموذج منها لسطح الأرض، وتوجيه هذا النموذج، ورسم التفاصيل المستوية والارتفاعية.[16]

[16] منصور عبيد، المساحة التصويرية (الفوتوغرامتري)، مرجع سبق ذكره، ص: 109-110.

أنواع الصور الجوية:

تُقسم الصور الجوية عادة إلى:

– الصور الجوية الرأسية (Vertical Photographs):

تشمل الصور الرأسية الصور التي يكون محور آلة التصوير عمودياً على محور الأرض [17]. لحظة التقاط الصور عملياً فإن محور آلة التصوير نادراًما يكون رأسياًتماماً نظراً لميل الطائرة الذي لا يمكن تجنبه أثناء الطيران، وعادة زاوية ميل آلة التصوير لا تزيد عن 4 درجة مئوية. ويوضح الشكل(7): آلية التصوير الرأسي.



الشكل (7): التصوير الرأسي

ويُعد هذا النوع من الصور أفضل أنواع الصور للأغراض المساحية في ظل عدم إمكانية الحصول على صورة رأسية تماماً.

– الصور الجوية المائلة (Oblique photographs):

الصور المائلة هي الصور التي يتم التقاطها عندما يميل محور آلة التصوير عن محور الأرض، وتغطي مساحة أكبر من الصور الرأسية، وهناك نوعان من الصور المائلة:

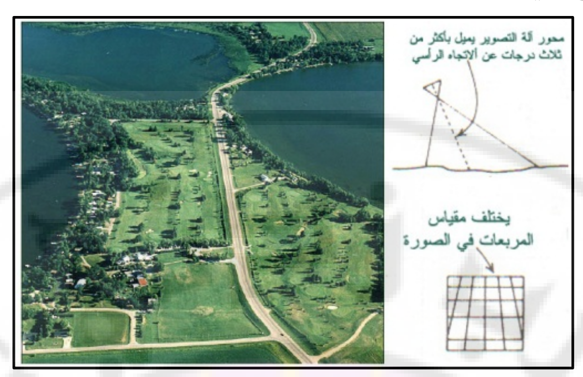
أ– الصور قليلة الميل (Low Oblique Photographs):

تشمل الصور المائلة التي لا تحتوي على خط الأفق وتُلتقط عندما يُشكل محور آلة التصوير زاوية صغيرة مع خط الشاقول. حيث يُتعمد إمالة محور آلة التصوير للحصول على تغطية أكبر، وتزيد زاوية الميل عن أربع درجات، ولا يكون الميل شديد (لا يظهر خط الأفق في الصورة)، وفي

---

[17]Thomas Eugene avery, Graydonlennis berlin,(op.cit). p:21.

هذا النوع من الصور يختلف الشكل الهندسي للمعالم في الصورة عن الشكل الطبيعي على الأرض. كما هو موضح في الشكل(8):



الشكل(8): الصورة الجوية قليلة الميل

ب- الصور شديدة الميل (High Oblique Photographs):

هي الصور التي يميل فيها محور آلة التصوير بزاوية كبيرة عن محور الأرض بحيث يظهر فيها خط الأفق (Horizon).[18] وتغطي هذه الصورة مساحة كبيرة من سطح الأرض، ويختلف المقياس فيها بشكل كبير من مقدمة الصورة إلى آخرها، ويُستخدم هذا النوع من الصور لأغراض الاستطلاع المدني والعسكري[19]. كما هو موضح في الشكل(9):



الشكل(9): الصورة الجوية شديدة الميل

يوضح الجدول(1) خصائص الصور الرأسية والصور المائلة:

---

[18] لبيب سلوم، خليل أرمانيوس، المسح الجوي، مؤسسة المعاهد الفنية، بغداد، العراق،1985، ص: 11.

[19] Alder, H.J.G.L, (1973), Basic principles of photogrammetry, I.t.C, American society of photogrammetry,manual of photographic interpretation, Washington (D.C), p: 10

الجدول (1): خصائص الصور الرأسية والصور المائلة:

وجه المقارنة	الصورة الرأسية	الصورة شديدة الميل	الصورة قليلة الميل
خاصية محور التصوير	محور آلة التصوير رأسي أو يميل بزاوية لا تتعدى 4 درجة	يظهر بالصورة خط الأفق	الصورة مائلة ولا يظهر خط الأفق
مساحة الأرض المغطاة	الأقل	أكبر ما يمكن	أقل
شكل الأرض المغطاة بالتصوير	مستطيل	شبه منحرف	شبه منحرف
المقياس	متجانس وخاصة إذا كانت الأرض مستوية	يصغر مقياس الصورة كلما اتجهنا من مقدمة الصورة إلى أطرافها	في مرحلة وسطية بين الصورة شديدة الميل و الرأسية
الفرق بين الصورة والخريطة	الأقل	الفرق أكبر ما يمكن	أقل
فوائدها	الأسهل لعمل خرائط منها	اقتصادية	اقتصادية

المصدر :لبيب سلوم، خليل أرمانيوس،1985م، ص: 12

استعمالات الصور الجوية:

تُستخدم الصور الجوية بهدف الحصول على البيانات والمعلومات سواء أكانت صوراً مائلة أو عمودية في المجالات التالية:

أ- استخدام الصور الجوية المائلة أو العمودية في الدراسات:

يتم التقاط هذه الصور إما مفردة أوفي مجموعات، ويمكن تكبيرها، وتصغيرها حسب الغرض منها. وتُستخدم بياناتها في الدراسات الجغرافية، والجيولوجية، والزراعية وغيرها، وذلك عن طريق قراءة الصورة وتفسيرها. والحصول على معلومات من خلال القياس المباشر من الصورة.

ب- استخدام الصور للحصول على معلومات لأغراض إنشاء الخرائط البلانمترية (المستوية) planimetric maps: وهي خرائط تبين معالم السطح. وتظهر المعالم الطبيعية كالشبكة المائية، وأشكال سطح الأرض، والنباتات الطبيعية، والمعالم الاصطناعية كطرق المواصلات وشبكات الري والصرف وأراضي البناء والأراضي الزراعية...وغيرها[20].

[20] Lonescu ion, Badeadragos, Dogara margarita,(2010), Digital photogrammetric products from aerial images for identifying and delaminating flood risk areas, university of civil engineering Bucharest, faculty of geodesy, Romania. p:2.

ج- استخدام الصور الجوية لرسم الخرائط والمخططات الطبوغرافية: تُستخدم الصور العمودية في وضع الخراط الطبوغرافية، و المخططات التنظيمية.

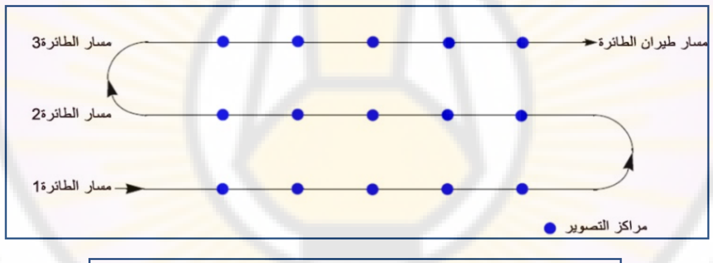
د- استخدام أزواج الصور الجوية للحصول على نموذج مجسم تمهيدا لتفسيرها:

يمكن استخدام أزواج من الصور الجوية المتتالية للقيام بدراسات استطلاعية لأي منطقة، وتفيد في توفير معلومات عن الوضع الطوبوغرافي لمنطقة الدراسة.[21]

التثليث الجوي و تطبيقاته:

يُعرَف التثليث الجوي (Aerial Triangulation) بأنه عملية حساب الإحداثيات الأرضية للنقاط اعتماداً على قياس الإحداثيات من الصورة لهذه النقاط (x.y)[22].

حيث يتم تصوير الأرض باستخدام آلات تصوير جوية مترية بشكل خاص وتكون مثبتة في أسفل الطائرة من مراكز محددة تدعى مراكز التصوير(Exposure Station). وتؤخذ الصور أثناء الطيران على شكل سلاسل بتغطية أمامية لا تقل عن 60% لكل صورتين متتاليتين، وبتغطية جانبية بين كل سلسلتين متجاورتين لا تقل عن 20%. كما في الشكل(10).





الشكل(10): مراكز التصوير الجوي على طول خط الطيران

المصدر: Leica Geosystem,2006,p:40

[21]يحيى فرحان، الاستشعار عن بعد وتطبيقاته، الجامعة الأردنية، قسم الجغرافية، عمان، الأردن، 1987، ص: 26-25.

[22]Toni Schnek,(2005), Digital Photogrammetry: background, fundamentals, Automatic orientation procedures, Published by Terra science ,The Ohio state university., united states of America.p:224.

يعتمد نجاح أي مشروع للتصوير الجوي على نوعية ، وجودة الصور الجوية ، ويتم التصوير الجوي عادة حسب خطة طيران معينة Flight plan يتم إعدادها قبل البدء في تنفيذ عمليات المسح الجوي.

وتتألف خطة الطيران والمسح الجوي من عنصرين أساسيين هما:

أ- خارطة الطيران Flight plan التي تبين المنطقة المراد تصويرها.

ب- المواصفات الفنية التي تحدد كيفية التقاط الصور ونوعيتها.[23]

تُقسم طرق إجراء عمليات التثليث الجوي إلى أربعة أنواع، كل منها له خصائصه، وهذه الأنواع هي:

1- التثليث الجوي القياسي (Analogic Triangulation):

يعتمد هذا النوع على استخدام الراسماتالأوتوغرافيةالمحاكية بشقيها البصري والميكانيكي. حيث كان يتم إجراء التوجيهات الثلاثة الداخلي ، والنسبي، والمطلق يدوياً باستعمال شريط طويل من الصور في راسمات لها عدة آلات تصوير ، ينتج عنها نماذج صورية طويلة تُسهم في قراءة إحداثيات الكثير من نقاط العبور (pass points) بشكل مباشر . لكن هذه الطريقة لم تعد مستخدمة في عمليات التثليث الجوي.

2- التثليث الجوي شبه التحليلي (Semi- Analytical Aerial Triangulation):

تعتمد هذه الطريقة على عمليتي التوجيه الداخلي ، والنسبي يدوياً في راسمة أوتوغرافيه، ثم يتم قياس إحداثيات النموذج الصوري للنقاط المختلفة. بعدها تتم عملية التوجيه المطلق تحليلياً باستعمال طرق تعديل رياضي معينة.

يُسمى هذا النوع من التثليث الجوي أيضاً بنماذج التثليث المستقلة (Independent Model Triangulation) وفيه يتم التوجيه الداخلي ، والنسبي يدوياً في راسمة لكل نموذج في الشريط أوفي كتلة النماذج. وبعد أن تتم عملية قياس كل النقاط على النماذج المختلفة تعدل النماذج الصورية تحليلياً إلى النظام الإحداثي الأرضي.[24]

---

[23] Wolf, P.R.,(1974), Elements of Photogrammetry, McGraw-Hill, New york. P:197.

[24] عبد الله الصادق علي، مقدمة في المساحة التصويرية التحليلية والرقمية، كلية الهندسة المدنية، جامعة الملك سعود، منشورات مكتبة الملك فهد الوطنية،2005م، ص:161.

3- التثليث الجوي التحليلي (Analytical Aerial Triangulation):

في هذا النوع من التثليث يتم قياس الإحداثيات من الصورة للنقاط المراد تثليثها. يعقب ذلك إجراء التوجيهات الثلاثة الداخلي ، والنسبي ، والمطلق تحليلياً، حيث يمكن الحصول بعدها على الإحداثيات الأرضية للصور المقاسة[25].

يُعد التثليث الجوي التحليلي أكثر دقة نظراً لقدرة الطرق المتتابعة فيه على تصحيح الأخطاء المترية المختلفة مثل تمدد ، وانكماش الفيلم، والتشوهات التي يسببها الغلاف الجوي، وكروية الأرض وتشوهات العدسة.

4- التثليث الجوي الرقمي(Digital Triangulation):

تعتمد هذه الطريقة على المسح الضوئي ، وآلات التصوير الرقمية، ومعالجة الصور ، والحاسوب ذي السرعة العالية، والقدرة التخزينية المتميزة. هنا يتم اختيار نقاط العبور آلياً عن طريق التناسق الرقمي للصور (Digital Matching) في مناطق التداخل الأمامي للصور الرقمية. أيضاً تتم عملية قياس الإحداثيات من الصور في نفس الوقت مما يعطي هذه الطريقة بعداً اقتصادياً واضحاً مقارنة بالطرق الأخرى وتتم عملية معالجة الصور بدءاً بعملية التوجيه الداخلي والخارجي[26].

1- التوجيه الداخلي لآلة التصوير (Interior Orientation):

يُعرَف التوجيه الداخلي بالهندسة الداخلية لآلة التصوير لحظة التقاط الصورة. يقوم التوجيه الداخلي بتحويل نظام احداثيات البيكسل إلى نظام احداثيات الصورة الجوية.

يتم تطبيق التوجيه الداخلي من خلال تحديد عناصر التوجيه الداخلي التالية:

- النقطة الأساسية (Principle point): هي نقطة تقاطع الخط العمودي على مركز التصوير المنظوري الخاص بمستوي الصورة.
- البعد المحرقي(Focal length) : وهوالطول من مركز التصوير إلى النقطة الأساسية.
- علامات الإسناد(Fiducial Marks) : نقاط على حدود الصورة معروفة الإحداثيات على الصورة وعلى الأرض.
- تشوه العدسات (Lens distortion): تحدث هذه التشوهات عندما تتعرض أشعة الضوء التي تمر بالعدسة إلى الانحناء وهذا بدوره يؤدي إلى تغيير اتجاهات هذه الأشعة وتقاطعاتها مع مستوي الصورة بمواقع تتحرف عن الناظم[27].

---

[25] عبد الله الصادق علي، مقدمة في المساحة التصويرية التحليلية والرقمية، مرجع سبق ذكره ، ص:181.

[26] المرجع السابق، ص:162.

[27] Wang, Z,(1990), Principles of photogrammetry (with Remote Sensing).Beijing, China: Press of Wuhan Technical University of Surveying and Mapping, and Publishing House of Surveying and Mapping.p:49..

تطبيقات التثليث الجوي (Aerial Triangulation Applications):

تُستخدم طرق التثليث الجوي في تكثيف نقاط التحكم الأرضية. حيث يتطلب على الأقل نقطتي تحكم أفقيتين وثلاث نقاط تحكم رأسية. وعليه قد تحتاج المشاريع الطبوغرافية الكبيرة إلى عدد كبير من نقاط التحكم لرسم الخرائط الطبوغرافية الخاصة بالمشروع،التي تكون عالية الكلفة إذا ما استُخدمت طرق المساحة الأرضية لتأمين هذا العدد الكبير من نقاط التحكم. ولهذا السبب تُستخدم طرق التثليث الجوي.

و تم في السنوات الأخيرة وضع أجهزة تحديد المواقع العالمي (Global Positioning System (GPS)) على الطائرة لتعطي احداثيات آلة التصوير لحظة التصوير.

تُستخدم طرق التثليث الجوي أيضاً في تحديد الملكيات من خلال إيجاد إحداثيات أركان القطع السكنية، والزراعية، أوالصناعية أوالمساعدة في تحديدها. كما ويُعد التثليث الجوي إحدى الطرق الرئيسية في بناء النماذج الأرضية الرقمية (Digital Terrain Models (DTM)) وذلك بحساب الإحداثيات الأرضية (X,Y,Z) لشبكة منتظمة من النقاط في نموذج الصور. وحتى بعد الاستخدام الواسع لأجهزة نظام تحديد المواقع العالمي (GPS) في الوقت الحاضر فقد أثبتت التجارب العملية أن التثليث الجوي مازال مفيداً لأن هذه الأجهزة تعاني من مشكلة تسمى المسار المتعدد (Multipath) التي تقلل من دقة تحديد المواقع.

الرؤية المجسمة من الصور الجوية:

الإبصار المجسم هو مقدرة الإنسان على رؤية الأشياء بأبعادها الثلاث، البعد الأفقي، العمق المتعامد مع البعد الأفقي، والارتفاع.

يمكن تطبيق المبدأ السابق للرؤية المجسمة لدى الإنسان بأن تُستبدل الصورة التي تلتقطها كل عين بصورة ملتقطة من آلتي تصوير من موقعين متشابهين هندسياً مع موضع العينين، وبذلك تكون الصورتين مختلفتين قليلاً. وعند رؤية الصورة اليمنى فقط والصورة اليسرى بالعين اليسرى فقط يتكون نموذج ضوئي مجسم للمنطقة المتداخلة بين الصورتين. وتم اختراع أجهزة ابصار مجسم من الصور الجوية تُدعى(أجهزة الاستريوسكوب).



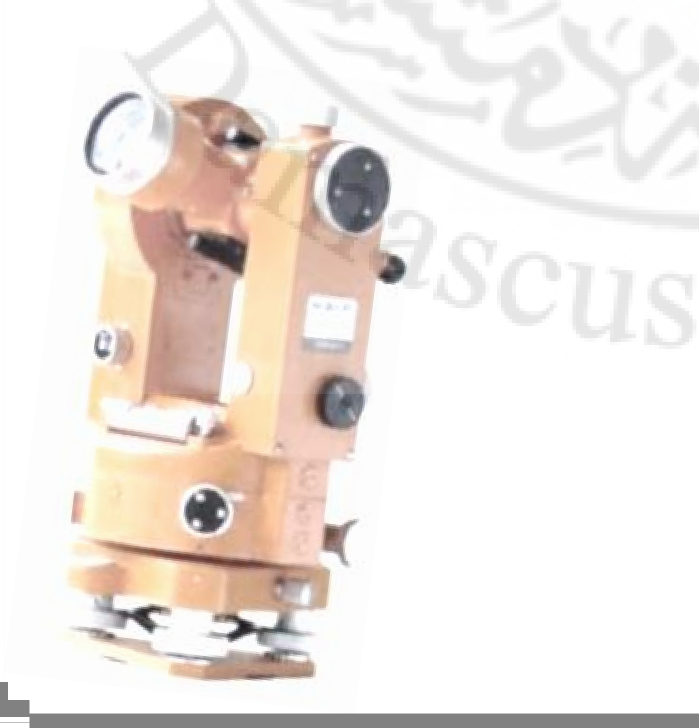
أنظمة القياس

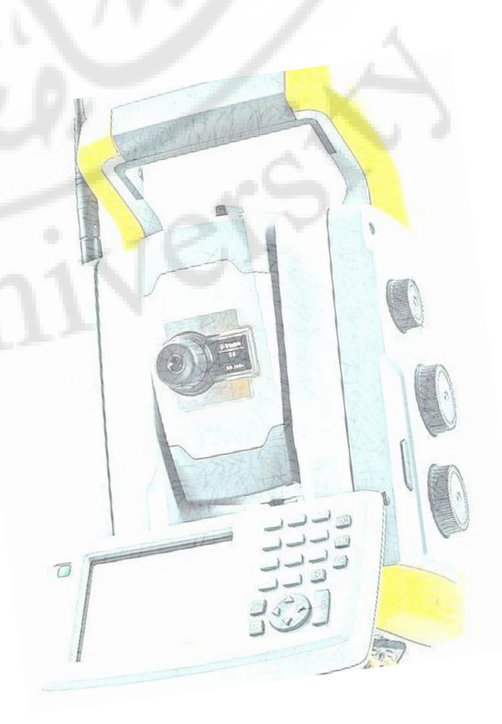
جغرافية / سنة رابعة

المحاضرة الثانية

القياس (مفهومه وأساسياته)

د. يارا الويش





المحاضرة الثانية

القياس (مفهومه وأساسياته)

د. يارا الويش

لقداستعملالإنسانالقياساتكوسيلةعمليةللتعرفعلىالظواهرالطبيعيةالمحيطةبهولتحديدأشياءيستعملهاخلال حياتهاليومية.

فقداخترعأجهزةقياسالأطوالوالكيلمنذالحضاراتالإنسانيةالأولىلتنظيمأسلوبحياتهاالاجتماعيةوالاقتصادية. استُعملتقياساتالأبعادمنطرفالمصريينالفراعنةبالدقةالتيسمحتببناءالأهرامات،كمااستُعملتمكاييلدقيقةفيالمعاملاتالتجاريةبينمختلفالأممفيذلكالزمان.

وقدأخذالقياسدوراًمهماًجداًفيجميعمجالاتالحياةالبشريةالقديمةوالحديثة،إنالتطورالصناعيوالتكنولوجيوالاقتصاديالذينعيشهفيالعصرالحديثهونتاجالاستعمالالصحيحلمبادئالقياسواستدامةهذاالتطورمرتبطةبدقةعمليةالقياسوخلوهامنالأخطاء.

القياسهوعلمشامليدخلفيجميعالعلومالطبيعيةوفي التكنولوجياولتطبيقاتهتأثيربالغومهمعلىجميعالنشاطاتالبشريةبحيثأنعدمإجراءالقياساتالدقيقةعنقصدأوعنغيرقصديؤديإلىنتائجسلبيةعلىكلالمستويات.

أساسيات علم القياس:

لقدقامالمجتمعالدوليبإيجادتنظيموتشريعللقياساتحتىيمكنتنظيممختلفمجالاتالحياةالمعاصرةخاصةًمنهاما يتعلقبالمعاملاتالتجاريةوالصناعية. ومنهجاءتفكرةالمنظماتالدوليةوالوطنيةللمقاييسوالمواصفات.

وقداهتمتهذهالهيئاتبدقةالقياسوضبطأجهزتهوتوحيدالوحداتالمستعملةفيهوأساليبه،وقدأدىهذاالتنظيمإلىالوصولإلىنتائجمهمةجداًعلىمستوىالصناعةالتيأصبحتقادرةعلىتصنيعمنتجاتتتوفرفيهاخاصيةالتبادلوذاتجودةعاليةوحسبالمواصفاتالمطلوبةفيالأسواقالدوليةوالمحليةممماأدىإلىنموازدهارالاقتصادالعالمي.

ومعتطورالصناعاتالميكانيكيةمنذبدايةالثورةالصناعيةوعلىمرالعصور،ابتكرالإنساننفسهأدواتقياستلبيإحتياجاته،وعندانفتاحالدولعلىبعضهاتطلبالأمروضعبعضالمعاييروالقياساتالموحدةلتتوافقمعغيرهاومنهنانشأتفكرةالتوحيدالقياسيللوحدات.

تتعددالأجهزةالمستخدمةللقياسفيالمهنالميكانيكية،ولكلجهازقياسطبيعةواستخدامخاصيناسبإمكانياته. فتوجدأجهزةتستخدمفيالقياسالمباشروأخرىتستخدمفيالقياسغيرالمباشر .

أما في أعمال القياس على الطبيعة أو على الخرائط فإن القياس يتناول الأطوال عادةً أي الأبعاد الأفقية والرأسية (فروق الارتفاع) والمساحات والزوايا. وقد يتناول الوزن والحرارة والضغط الجوي والزمن في بعض الأحيان.

تُصنفأدواتالقياسإلىأربعأقسامأساسيةوهي:

1- أدواتقياسبدائية:

هيأدواتقياساستخدمهاالانسانالبدائيمنخلالالاستفادةمنجسدهأوالأشياءالمحيطةبهوالتيتتميزبقلةالتفاوتبينها باختلافالشخصالقائمبهاومنهاعلىسبيلالمثال:

- الشبر Span
- الذراعArm
- القصبةCane
- القدمFeet

2- أدواتقياستقريبية:

هيالأدواتالتيتُستخدملقراءةأونقلالأبعادمنعلىالقطعالمرادقياسأبعادها.

- المسطرةالمدرجةRuler
- الشريطTape
- المتر Meter
- البوصلةCompass
- المنقلةالعاديةProtractor

3- أدواتقياسدقيقة:

- قدمهذاتورانيهVernier caliper
- الميكروميتر Micrometer
- منقلهذاتورانيهProtractor Vernier

4- أدواتقياسعاليةالدقة:

- محدداتالقياس
- قوالبالقياسالأطوال
- قوالبقياسالزوايا

ويمكن تقسيم أدوات القياس المستخدمة في المساحة والطبوغرافية من حيث دقتها إلى ثلاث فئات:

- أدوات عالية الدقة

– أدوات دقيقة.

– أدوات متوسطة الدقة.

ولذلك يتم سلفاً اختيار نوعية الأداة وفق درجة الدقة المطلوبة في القياس، ولكن لا ترتبط الدقة بالأداة فحسب، بل ترتبط أيضاً بالطريقة ومدى إتقان القائس استخدام الأداة واتباع الطريقة، ومدى استعداده الفيزيولوجي لإنجاز هذا العمل، بالإضافة إلى دور الظروف الخارجية السائدة أثناء عملية القياس، مثل درجة الحرارة ودرجة السطوع الشمسي والرياح والرطوبة الجوية والضجيج، وغيرها من المؤثرات الخارجية على الحواس ودرجة التحمل، وكذلك على أدوات القياس وطريقته. بما في ذلك انعكاس وانكسار وانحراف وتبعثر الأشعة الضوئية وأثرها على عملية القياس.

ويُنصح عادةً بتكرار عمليات القياس عدة مرات للتأكد من صحة العمل والنتائج، وتعتمد نتيجة القياس المتوسطة على حساب المتوسط الحسابي للنتائج المتقاربة بعد حذف النتائج الشاذة في حال وجودها.

نتائج القياس:

تُقسم نتائج القياس إلى:

أ– نتائج متساوية الدقة: يتم الحصول عليها عادةً عند ثبات شروط القياس (الجهاز والطريقة، والظروف الخارجية، واستعداد القائس).

ب– نتائج غير متساوية الدقة: تنتج عن اختلاف أحد أو بعض شروط القياس.

العناصرالأساسيةلعلمالقياسات Basic Components of Metrology :

لابد في عملية القياس من توفر العناصر التالية:

– عمليةالقياس Measurement

– نظاموحداتالقياس Unit of measurement

– مرجعيةعمليةالقياس Traceability

– أداة القياس والقائس

أولاً :عمليةالقياس(Measurement process):

تُعرفعمليةالقياسبأنهاعملية مقارنة الكمية المراد قياسها مع كمية محددة سلفاً يُطلق عليها وحدة القياس بواسطة أداة قياس تُستخدم فيها وحدات القياس المناسبة.

كما تُعرف بأنها عمليةتحديدالبعدالمرادقياسهبواسطةجهازقياسلهوحدةقياسمعلومة.

حيثتسمحعمليةالقياسبتحديدقيمةالبعدالمقاسبقيمةعدديةبالنسبةلوحدةقياسمعلومة .

فمثلاًاستخداممسطرةالقياسلتحديدالطولوالارتفاعبقيمعددية

(رقمية)بوحدةمترأوالبوصة،معتحديدنسبةالخطأالمترتبةعلىعمليةالقياس.

تحتوينتيجةعمليةالقياسعلىثلاثةمعلوماتأساسيةوهي:

1- القيمةالعددية:

يُحدد من خلالهاوصفللبعدأوالخاصيةالمقاسة،فعنداستخدامأجهزةالقياسيتمالحصول

علىالقيمةفيصورةعدديةأورقمية،وتنقسمالأرقامبصفةعامةإلىأرقامعشريةوأرقامصحيحة.

أ- الأرقامالحقيقية

(العشرية):وهيالتيتمثلكمياتمتصلة/مستمرة،مثلطولعمود،كتلةعينة،سرعةسيارة...وغيرها

ب-

الأرقامالصحيحة:وهيالتيتمثلكمياتصحيحةومنفصلة،مثلعددالأشخاص،عددالعينات،عددالأجهزة....و

غيرها

2- وحدةقياسمناسبة:

هيالوحداتالتيتصفالقيمالعدديةويكونمتفقعليهاعادةًفيإطارنظاموحداتالقياسالدولي.

3- نسبةخطأمعينة:

يوجد عادةًفي

كلعمليةقياسنسبةأخطاءمعينةتعودلأسبابمتعلقةبالجهازأوطريقةاستعمالالجهازبواسطةالمستخدموالظروف

المحيطةعندالاستعمال.

ثانياً:نظاموحداتالقياس:

هوالنظامالمتبعفيالقياسوأشهرهاهوالنظامالدوليللوحدات International System of Units-SI

،فيهذاالنظامتمالاتفاقعلىوحداتقياسمناسبةفيإطارنظاموحداتالقياسالدولي.

ثالثاً:مرجعيةعمليةالقياس Traceability :

تُعرفبأنها"خاصيةلنتيجةعمليةالقياسوالتييمكنربطهابمرجعيةمحددةمثلهيئةالقياسوالمعايرةالدولية،وذلكوفق

سلسلةمتواصلةمنالمقارناتذاتالنسبالمعروفةمنالأخطاء". ويتمالحصولعلىالمرجعيةغالباًبالمعايرة) .

الإجراءاتالعمليةالواجبمراعاتهاعندإجراءعمليةالقياس:

خلالإجراءعمليةالقياستكمنمهمةالقائمفيتحديدقيمالأبعادبالنسبةلوحدةالقياسالدوليةبالدقةاللازمةواتخاذ جميعالتدابيرللحيلولةدونوقوعأخطاءقياسبنسبكبيرةومنبينأهمهذهالإجراءاتالعمليةمايلي:

1- المحافظةعلىجهازالقياسفيحالةعمليةجيدةوعدمتعرضهلأيشيءقديتلفه.

2- المحافظةعلىبيئةعملخاصة(درجةحرارةودرجة رطوبة معينةومحيطنظيفخاليمنالأتربة)

3-اتخاذجميعالاحتياطاتلإجراءقراءةنتيجةالقياسالصحيحة (القراءةالعموديةعلىتدريج الجهاز)

4-استعمالوحدةالقياسالمناسبة.

5- المعايرةالدوريةلجهازالقياسوهذابمقارنتهمعمعاييرمعلومة.

طرقإجراءعمليةالقياس:

تجريعمليةالقياسعلىطريقتين،إماأنيكونبطريقةمباشرة Direct Measurement أوغيرمباشرة Indirect Measurement

1- **القياسالمباشر:** يتمتحديدالبعدالمرادقياسهمباشرةبواسطةجهازالقياس

2- **القياسغيرالمباشر:** يتمعنطريقوسائلمساعدةمثلالفرجارلنقلالبعدالمرادقياسهمنالشيء المراد قياسهومنثممقارنتهمعجهازقياسمثلالمسطرةأوالقدمةذاتالورنيةبطريقةغيرمباشرة.

وحداتالقياس:

1- وحداتالقياسالدولية International System of Units

لقداستعملالإنسانمنذفجرالتاريخالقياساتلتحديدومعرفةالعواملالفيزيائيةالمتواجدةفيمحيطه.ولتحديدذلككان توجههإلىاستعمالوحداتقياسطبيعيةمستقاةمنمحيطه.

فقداستعملالذراعوالقدملتحديدالأبعادوالأطوالكمااستعملوحدةالزمنالمتمثلةفيالليلةواليوملتحديدالمسافاتال بعيدة.

كانتهذهالمعاييروالوحداتالقياسكافيةفيالعصورالأولىمنالتاريخالبشريرغمتنوعهاواختلافهامنمكانإلىآخر.

ومعالتقدمالصناعيالذيواكبالثورةالصناعيةمعمطلعالقرنالثامنعشرالميلاديأصبحتهذهالمعاييرووحداتالقيا سلاتفيبالغرض.

وقددفعتطوروفالحربالعالميةالثانيةإلىتطورصناعيمذهلكانأساسهتبادليةالمنتجاتالصناعيةممماأبرزالحاجةال ماسةإلىتوحيدنظمالقياسعلىالمستوىالدولي. انبثق عنهذاالنظامالدوليلوحداتالقياس International System of Units – SI المتفقعليهفيالمؤتمرالدوليللقياساتفيسنة 1960 م.

يحددهذاالنظاموحداتقياسالكمياتالطبيعيةالتينتعاملمعهافيحياتناالصناعية،الاقتصاديةوالاجتماعية.

يحتويالنظامالدوليلوحداتالقياسعلىوحداتأساسيةمبينةفيجدولرقم 1 ووحداتمشتقةمبينةفيجدولرقم1.

أ –الوحداتالأساسيةفينظامالوحداتالدولية:

هيالوحداتالأوليةالتيتصفالقيمةالفيزيائيةللقياسلكلوحدةمنالوحداتالأساسيةمعياردوليمعرفبدقةمتناهيةومحف وظمنطرفالمنظمةالعالميةللمقاييس.يستعملهذاالمعيارالدوليلمعايرةالمعاييرالوطنيةالموجودةعلىمستوىمخ تلفدولالعالموالمحفوظةمنطرفالهيئاتالوطنيةللمقاييسوالمواصفات.

جدول (1): الوحدات الأساسية في نظام الوحدات الدولية

الكمية المقاسة Measured quantity		الوحدة		رمز الوحدة	
الطول أو البعد	Length	المتر	meter	م	m
الكتلة	Mass	الكيلوجرام	Kilogram	كجم	Kg
الزمن	Time	الثانية	Second	ث	s
درجة الحرارة	Temperature	درجة الكلفين	Kelvin	ك	K
التيار الكهربائي	Electrical Current	الأمبير	Ampere	أ	A
كمية المادة	Quantity of matter	المول	Mole	مول	mol
شدة الاستضاءة	Luminosity	القنديلة	Candela	كاد	Cd
الزاوية المسطحة	Plane angle	الراديان	Radian	راد	rad

ب–الوحداتالمشتقةDerived Units :

منالوحداتالأساسيةيمكناستنباطوحداتعمليةأخرىتسمىبالوحداتالمشتقة.تشتقهذهالوحداتعنطريقالقوانينالفيز يائيةالتيتحكمالكميةالمدروسة. جدولرقم 2 يمثلبعضالوحداتالمشتقة.

جدول (2): الوحدات المشتقة في نظام الوحدات الدولية

الكمية المقاسة Measured quantity		الوحدة	الرمز
المساحة	Surface	الطول x الطول	m^2
الحجم	Volume	الطول x الطول x الطول	m^3
السرعة الخطية	Speed	الطول / الزمن	m/s
الذبذبة	Frequency	1/ الزمن	Hz
الكثافة	Density	الكتلة / الحجم	kg/m^3
التسارع	Acceleration	السرعة / الزمن	m/s^2
القوة	Force	الكتلة x التسارع	N
الضغط	Pressure	القوة / المساحة	N/m^2
التدفق	Flow Rate	الحجم / الزمن	m^3/s

2-وحداتالقياسفيالنظامالإنكليزي English Units

تعود وحداتالنظما لإنكليزيالوحداتالقياسالمستخدمةفيإنجلتراوبعضالدولمثلأمريكاوالهند وأستراليا.
إنوحدةالمترالمستعملةفيالنظامالدوليأخذتمنالنظامالمتريالفرنسيوبالموازاةمعهذاالنظاميوجدهناكالنظاما لإن كليزيالذيمازالمستعملاًبشكلأقلمنالنظامالدولي.يعتمدالنظاما لإنكليزيعلىوحداتالقياسالتالية:الميل،الياردة،ا لقدموالبوصةوهيمعرفةكمايلي:

الوحدة الإنجليزية	رمزها وقيمتها	معامل تحويلها في نظام الدوليSI
miles الميل	1 mile = 1760 yard	1 mile = 1.609 km
yard اليارد	1 yard = 3 ft	1yd = 91.44 cm
foot القدم	1 ft = 12 in	1 ft = 30.48 cm
inch البوصة	in	1 in = 25.4 mm

عملياتالتحويلبينالوحدات:

نظراًلأهميةوحداتقياسالأبعاد (mm, cm, in)
فيمجالالقياساتالصناعيةفإنعملياتالتحويلبينمختلفهذهالوحداتمنالأمورالضروريةالتييجبالإلمامبهالتجنبالو قوعفيأخطاءأثناءعملياتالقياس،أوكتابةالأرقامبدونمراعاةالوحدةالسليمةلهاقديؤديإلىأخطاءفادحةقدتؤديإل ىخسائرماديةأوقدتصلإلىخسائرفيالأرواح.
فعلىسبيلالمثال،إنانفجارالمكوكالفضائيالأمريكيفيفضاءكوكبالمريخفيأكتوبر 1999
ملميكنإلانتيجةخطأفياستعمالوحداتالقياسللتسارعبينالوحدةالبريطانيةووحدةالنظامالدولي.

وحدات الطول في النظام الإنكليزي:

البوصة (الإنش)= 2,54سم

القدم = 12بوصة = 30,48سم

اليارده = 3قدم = 91,44 سم

الميل البري = 1760 ياردة = 1609,3 م

الميل البحري = 2025,4 ياردة = 1852م

وحدات قياس الزوايا:

تُقاس الزوايا في الأعمال المساحية والطبوغرافية بعدة أنواع من وحدات القياس وأنظمتها، أهمها:

النظام الستيني: وحداته الأساسية هي الدرجة، حيث اعتمد هذا النظام على تقسيم الدائرة إلى 360°، وتُقسم كل درجة إلى 60 دقيقة، وكل دقيقة إلى 60 ثانية.

لقد ابتُكر النظام الستيني في قياس الزوايا منذ آلاف السنين، فقد اعتمد القدماء في ملاحظتهم للأجرام السماوية، وخاصة القريبة منها إلى الأرض، على حساب الدورات الفلكية لهذه الأجرام، وخاصةً القمر الذي لاحظوا أنه يُكمل دورته حول الأرض، وتتبدل أشكال ظهوره كل ثلاثين يوماً تقريباً. وقد دُعيت دورة القمر هذه بالشهر القمري (Moonth)، ومنها اشتُقت كلمة شهر الإنكليزية (Month). ولاحظ القدماء أن كل اثنتي عشر دورة للقمر تُشكل سنة كاملة، تتكرر فيها الفصول، فحسبوا السنة وقتها 360يوماً، وهي تُمثل دورة واحدة للأرض حول الشمس، أو دائرة كاملة، ولاحظوا أن الرقم (60) مضاعف للرقم (12)، وقاسم للرقم (360) فاستخدموه لتمثيل عدد الوحدات في الدرجات والدقائق. وهكذا ظهر النظام الستيني الذي تكون دائرته (360درجة)، و درجته (60دقيقة)، ودقيقته (60ثانية).

النظام المئوي: ظهر هذا النظام في وقت متأخر، وقسمت فيه الدائرة إلى (400غراد)، ويُقسم الغراد إلى (100دقيقة)، وكل دقيقة إلى (100ثانية). ويُستعاض أحياناً بتقسيمات مثل: ديسيغراد = 0,1 غراد، السنتيغراد= 0,01 غراد، والميليغراد = 0,001 غراد، والديسي ميليغراد = 0,0001 غراد.

ومن ميزات النظام المئوي عن الستيني، إمكانية كتابة الزاوية بالكسور العشرية مباشرة، دون وضع رموز للوحدات الأصغر، كما هو الحال في النظام الستيني(الدقائق والثواني).

نظام الراديان: هو نظام يعتمد على الراديان كوحدة قياس للزوايا، ويعرفها بأنها الزاوية التي تحصر قوساً من محيط الدائرة يعادل طوله نصف قطرها. ولذا فإن الدائرة تُعادل 2π راديان، وبما أن العدد الثابت π= 22/ 7= 3,1416 فإن الدائرة الكاملة تُعادل 6,283 راديان (1 راديان = ً75 َ16 = 63,7 غراد).

ويُقسم الرادايان إلى وحدات أصغر هي الميليم = 0,001 راديان (كل راديان = 1000ميلييم)، وبالتالي إن الدائرة تُقسم إلى 6283 ميلييم. ويُعرف الميليم أيضاً بأنه الزاوية التي نرى من خلالها طولاً قدره متراً واحداً من مسافة تبلغ (1000م). وبعبارة أخرى هي الزاوية التي تحصر متراً واحداً من محيط دائرة يبلغ نصف قطرها كيلومتراً واحداً.

وفي الحقيقة إن تحديد الراديان والميليم مشتق من حساب محيط الدائرة المرتبط بالعدد الثابت π الذي يساوي (3,1416) وضعفه (6,2832 (تقريباً)). لأن محيط الدائرة = π2 نق. فإذا كان نصف القطر (نق)= 1000متر. فإن محيط الدائرة = 2 π * 1000 = 6283 متراً (تقريباً)، وهذا الناتج نفسه هو عدد الميليمات في الدائرة. وتُعادل الدرجة الستينية 17,45 ميليم.

مصطلحات القياس:

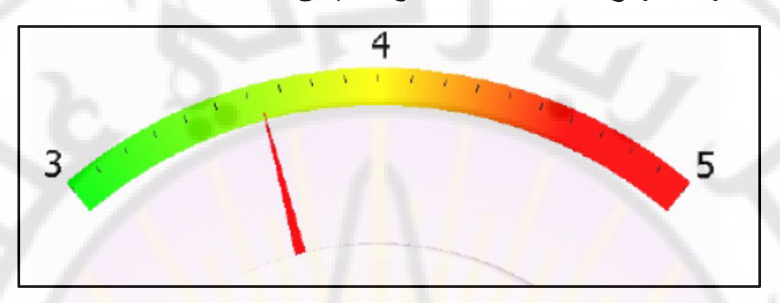
1-

المدى(span):يُعرفالنطاقالذييستطيعالجهازقياسهبالمدى،والذييُعبرعنالنهاياتالعظمىوالصغرىالتييستطي
عالجهازقراءتها.

المدى = القيمةالقصوى – القيمةالصغرى

وتكونقراءةالتدريجالكليللجهاز Full scale reading هيالقيمةالقصوىللتدريج.

يوضحالشكلأنالمدىلهذاالجهاز 2 = 3 – 5 = وحدةقياس



2- الخطأ (Error):الخطأهوالفرقبينالقيمةالمقاسةوالقيمةالصحيحة(الحقيقية)المثالية .
ويُعرفالخطأأيضاًبأنهالفارقبينقراءةالجهازعنقيمةقياسيةمعروفةمسبقاً.فمثلاًجهازيقرأقطرعمودبقيمة
20.2مممعأنقطرالعمودالمعياريهو 20 ممفيكونالخطأ 2 مم.

3- دقةالقياس

(Accuracy):دقةالجهازهيمقدرتهعلىإظهارالقيمةالصحيحةبشكلمضبوط،أوهيمدىاقترابالقراءةالمأخوذ
ة(الوحيدة)
علىالجهازبالقيمةالحقيقيةللبعدالمقاس.وتختلفالدقةعنمصداقيةالقراءةفيأنالمصداقيةتعبراقترابالقيمةالمتو

- الدقـــة كنسبة من القيمة الحقيقة Percentage of true value

الدقة (أو النسبة المئوية للخطأ Percentage Error) = $\frac{\text{Absolute error الخطاء المطلق}}{\text{true value القيمة الصحيحة}}$

× ١٠٠ = قيمة %

= $\frac{(\text{true value القيمة الحقيقية} - \text{measured value القيمة المقاسة})}{\text{true value القيمة الحقيقية}}$ × ١٠٠ = قيمة %

- الدقـة كنسبة من التدريج الكلي للجهاز Percentage of full-scale deflection (F.S.O)

الدقـة = $\frac{\text{Absolute error الخطاء المطلق}}{\text{Span مدى الجهاز}}$ × ١٠٠

= $\frac{(\text{true value القيمة الحقيقية} - \text{measured value القيمة المقاسة})}{\text{Max.scale value اقصى قيمة للتدريج}}$ × ١٠٠ = قيمة %

- الدقة كنسبة من القيمة المقاسة (تعتبر الأقل شيوعا)

الدقـة = $\frac{\text{Absolute error الخطاء المطلق}}{\text{Measured value القيمة المقاسة}}$ × ١٠٠ = قيمة %

سطةلمجموعةقراءاتإلىالقيمةالحقيقية.ويمكنالتعبيرعنالدقةبأحدالطرقالتالية:

4- الانضباطيةأوالتكرارية Precision or repeatability

repeatabilityالانضباطيةهيتكراريةالقراءاتبنفسالقيمةوبنفسالجهاز ،حتىلوكانالجهازيكررفيكلمرةالقراءةبالخطأ .أيإذاأُخذتعدةقراءاتلنفسالبعدوكانتالقراءاتمتماثلةتماماًفانهيقالإنالجهازالمستعملمضبوط.

دائماًيحدثخلطوتشويشبينالانضباطيةوالدقةوشكل 2

يشيرإلىعددالتصويباتالتيأطلقهاأربعةأشخاصلتوضيحالفارقبينالانضباطيةوالدقة.

- oالراميالأول: يمتازبالدقةوالانضباطية
- oالراميالثاني: غيردقيقلأنهيخطأالهدفدائماًولكنهمضبوطفهويطلقكلمرةفينفسالمكانتقريباً .
- oالراميالثالث:

دقيقلأنكلتصويباتهكانتحولالدائرةالثانيةوقريبمنالمركزوكنهغيرمضبوطلأنكلالتصويباتمتفرقة.

- oالراميالرابع :

غيردقيقلانكلتصويباتهبعيدةعنالمركزومشتتةوهوأيضاً غيرمضبوطلانكلالتصويباتمتفرقه.

5- الحساسية

Sensitivityالحساسيةتعبرعنإلىأيمدىيستشعرالجهازالإشارةالمقاسةأوالداخلة،مثلاًعندقياسالفولتإذاكانت أقلقراءةيحسبهاالجهازهي 3 فولتولايستشعرأيقيمتحتهذهالقيمةفتكونحساسيةالجهاز 3 فولت . وكلماكانتحساسيةالجهازعاليةكلماكانأفضل.

6-الاستشعار :هوأقلتغيرفيالإشارةالمقاسة(الداخلةللجهاز) التيينتجعنهاتغيرفيقيمةالخرجالمقروءةبالجهازأيالتييستشعرهاأويكشفعنهاالجهاز.

يسمىالاستشعارأيضاً (أقلقيمةتقرأ)ويطلقعلىالقيمةالتيلايحسهاولايشعرالجهازبقراءتهااسم (النطاقالميتفيأيعمليةقياسيجباختيارالأجهزةبحيثيكوناستشعارهامرتبطبمدىالدقةالمطلوبةفيقياسالجزءالمرادقياسه،فمثلاًإذاكانتالدقةالمطلوبةهي 0.01 ممعندقياسعمودأسطوانيفمنالممكناستخدامالميكروميترالعاديأماإذاكانتالدقةالمطلوبةفيالقياسهي 0.001 مم فإناستخداممثلهذاالميكروميترلايفيبالغرضالمطلوبولذلكوجباستخدامأجهزةأخربحيثيمكنقياسالكسرالعشريالتاليللدقةالمطلوبةعليها

(أييمكنقراءةحتى0.005مم)والعكسأيضاًصحيحفلايجباستخدامجهازذواستشعار Resolution عاليجدافيقياسالأبعادغيرالمطلوبفيهادقةعالية.

أنواع أخطاء القياس:

إن الوصول إلى الحقيقة في أي قياس يُعد الهدف الأساسي المنشود لأي عملية قياس. ولكن تختلف نتائج القياس عادةً عن بعضها البعض، وعن القيمة الحقيقية للمقدار المقيس. ولذلك فإن الفارق بين المقدار الحقيقي للشيء المقيس (X) والقيمة المقيسة له (x) والذي يُرمز له بدلتا (Δ) يُسمى الخطأ الحقيقي، حيث أن:

الخطأ الحقيقي Δ = X−x

الخطأ الحقيقي = القيمة المقيسة– القيمة الحقيقية

ممالاشكفيهأنكلعمليةقياسيوجدبهانسبةخطأمعينةتعودلأسبابتتعلقبالنقاطالتالية:

– كفاءةجهازالقياسالمستخدم.

– قدرةومهارةالقائمبالقياس.

– طريقةوظروفعمليةالقياس.

يُمكن تصنيف الظواهر والمقادير اللازمة في العمليات المساحية والطبوغرافية من حيث صلاحيتها للقياس إلى فئتين: الأولى تضم الظواهر والمقادير القابلة للقياس المباشر. والثانية تضم الظواهر والمقادير التي لا تُقاس مباشرة، ولكن يمكن حسابها بعد إجراء بعض القياسات المباشرة للظواهر والمقادير المرتبطة بها .

ومن أجل إجراء القياس لا بد من توفر الشروط التالية:

1– وجود الظاهرة أو المقدار القابل للقياس.

2– توفر أداة القياس المدرجة وفق وحدة قياس معلومة دقيقة.

3– وجود القائس المدرب على طريقة قياس صحيحة، وعلى استخدام أدوات القياس، والمتمت ع بالحواس اللازمة لإجراء قياس صحيح.

4– توفر الشروط الجوية الفيزيائية المناسبة لإجراء القياس.

وتُقسم أخطاء القياس حسب مصدرها إلى أربع فئات:

1– أخطاء ناتجة عن أدوات القياس: قد تتعلق هذه الأخطاء بتصميم الجهاز والمستوى التكنولوجي له، أو بتدريجه، أو بعطل طارئ عليه، أو بمستوى الدقة التي يعطيها.

2– أخطاء يسببها القائس: وهي ترتبط عادةً بمستوى تدريبه ومعرفته طرق القياس والحسابات المرتبطة بها، أو بدرجة سلامة حواسه (البصر بشكل خاص)، أو حالته النفسية والفيزيولوجية.

3- الأخطاء الخارجية: الناتجة عن عدم ثبات الظروف المحيطة بعملية القياس مثل تغير درجة الحرارة والرطوبة والسطوع الشمسي وسرعة الرياح، ونسبة الانعكاس عن سطح الأرض وانكسار الأشعة.

4- أخطاء طرق القياس: الناتجة عن سوء تقدير الظروف الخارجية، وقوانين تطورها وتغيرها، أو عدم دقة العلاقات الرياضية المستخدمة في الحسابات، أو عدم صحة ترتيب مراحل القياس.

تُعد نتائج القياس مقبولة عندما لا تتجاوز نسبة الخطأ الدرجة المسموح بها. أما إذا تجاوزتها فتعد القياسات خاطئة، ويجب إعادة عملية القياس.

تتعرض القياسات لثلاثة أنواع من الأخطاء هي:

1- الأخطاءالعشوائيةRandom error

2- الأخطاءالنظاميةSystematic error

3- الأخطاءغيرالمنطقيةIllegitimate error

أ -الخطأالعشوائي:

هذاالخطأيحدثبطريقةعشوائيةلايمكنالتكهنبهاومنالصعباستنباطه.
ولايخضعلأيةقوانينمعروفة،ويتمالكشفعنهعنطريقتكرارقياسكميةمابجهازالقياسنفسهوفيالظروفنفسها،ثمتع يينالحدودالقصوىوالصغرىالتييقعضمنهاالخطأالعشوائيوتسمىهذهالحدودبالحدودالحديةويكوناحتمالوقوع هضمنهذهالحدودمعروفاً.

مصادرالأخطاءالعشوائية:

إنالأسبابالرئيسيةلحدوثالأخطاءالعشوائيةتنتجعنمتغيراتلايمكنحصرها،وكلماتطورتتقنياتالقياسبرزتأسباب ومصادرجديدةلمثلهذهالمتغيرات،ولكنالأسبابالرئيسيةلهذهالأخطاء. تتمثلفي:

-1

التغيراتالناتجةعنمصادرالاهتزازاتالمختلفةالتغيراتأوالإزاحاتالصغيرةفيوضعيةجهازالقياسأيةتغيراتمهماكان تبسيطةفيالشروطالبيئيةمثلدرجةالحرارةوالرطوبةالنسبيةتغيراتناتجةعنمكانوجودجهازالقياسوالمشغولةالتي تتمقياسهاتغيراتإضافيةذاتمصادرمختلفةمثلالاحتكاكبينأجزاءجهازالقياسوالشغلةتغيراتتنتجعنالشخصالقا ئمبالقياس

ب -الخطأالنظامي(الرتيبي)

الخطأالنظاميهوجزءمنالخطاءالمطلق error absolute
الذييبقىثابتادائماعندتكرارعمليةالقياسلنفسالكمية .الخطاءالنظاميهوانحراف(انحياز) عنالقيمةالحقيقية
true valueعندتكرارعمليةالقياسلنفسالكمية.

الانحياز = القيمةالمتوسطةللقراءات average value – القيمةالحقيقيةالمثالية ideal value

الانحراف = Deviation القيمةالمقاسة – القيمةالمتوسطة average value

الخطأالنظاميهوالخطأالتييتخذدائماًنفسالقيمةعنداستخدامنفسطريقةالقياسللكميةالمقاسةتحتالشروطالبيئيةنفسها.المقصودبالشروطالبيئيةهيدرجةالحرارةونسبةالرطوبةوالضغطالجويفيالوسطالمحيطبجهازالقياس،وأهمهادرجةالحرارةحيثأنكلامنالمشغولةوأداةالقياستتأثربأيتغيرفيدرجةالحرارة.ومنأسبابتواجدالاخطاءالنظاميةالرئيسيةهوخطأفيمعايرةالجهازالمستخدممثلاأووجودعيببمجساتالقياسوغيرهاويمكنالتخلصمنمثلهذهالأخطاءفينتيجةالقياسبطريقالحساب.

ت –الخطأغيرالمنطقي:

هوخطأمنطقيينتجمنخطاءفيمؤشرجهازالقياسأوشاشةعرضالقيمة،أوخطأبشريفيقراءةالقيمةأوقديكوننتيجةعطبفيالجهاز **خطأالتباين(أيخطاءالمحاذاة)**إحدىالاتالخطأفيقراءةالبعدنتيجةتغييروضعجهازالقياس(أيتغييرمكانالنظرإلىالمقاس).

نتائج القياس:

تُقسم نتائج القياس إل:

1– نتائج متساوية الدقة: نحصل عليها عند ثبات شروط القياس (الجهاز والطريقة والظروف الخارجية واستعداد القائس).

2– نتائج غير متساوية الدقة: تنتج عن اختلاف أحد أو بعض شروط القياس.

من أجل حل مسألة مساحية معينة، يجب القيام عادةً بعدد من القياسات الضرورية، فمثلاً: لقياس مثلث يتطلب الأمر ستة قياسات تشمل الزوايا الثلاث، والأضلاع الثلاثة، ولكن يمكن تحديد المثلث بثلاثقياسات فقط، رط أن يكون أحد هذه القياسات على الأقل ضلعاً للمثلث، فيمكن تحديد المثلث بمعرفة ضلع واحد وزاويتين مجاورتين، أو بمعرفة ضلعين وزاوية محصورة بينهما، أو بمعرفة وتحديد الأضلاع الثلاثة دون معرفة قياس الزوايا. أما إجراء القياسات الثلاثة الأخرى فهو زائد، ولكن يتم القيام بها أحياناً لمراقبة صحة ودقة القياسات الثلاثة الأساسية التي أُنشئ المثلث على أساسها.

أما إذا كانت المسألة المطروحة تتطلب قياساً واحداً كطول خط مستقيم، فإنه يُفضل تكرار عملية القياس عدة مرات للتأكد من صحة القياس الأول أو تصحيحه

قياس المسافات على الخرائط:

إن قياس المسافات على الخرائط يساعد كثيراً في معرفة أطوالها الحقيقية على الأرض، لكن من المعروف أن سطح الأرض ليس كما يبدو على الخريطة بل تختلف فيه التضاريس بين مكان وآخر مما يجعل القياس بين نقطتين إحداهما مرتفعة والأخرى منخفضة يفتقر إلى الدقة.

طرق القياس:

تُقسم طرق قياس المسافات إلى نوعين:

1- الطرق اليدوية

2- الطرق الآلية

تُستخدم في الطرق اليدوية وسائل مختلفة لقياس المسافات المستقيمة وشبه المستقيمة والمتعرجة، من هذه الوسائل:

- المسطرة العادية، وتُعد أسهل وسيلة للقياس فتقاس أية مسافة مستقيمة بالمسطرة ثم تحول إلى قياس الخريطة.
- المقياس الخطي، ويُستخدم لمعرفة المسافة مباشرة على الأرض، حيث يتم قياس المسافة بواسطة ورقة عادية أو مسطرة، ثم توضع على المقياس الخطي الخاص بالخريطة معرفة عدد الكيلومترات أو الأميال على يمين المقياس و الأمتار والبوصات على يسار المقياس.
- الورقة الميلمترية والورقة العادية: الورقة الميلمترية تشبه المسطرة لأنها مقسمة إلى سنتيمترات وميليمترات، ثم يتم إجراء العملية الحسابية اللازمة لتحويل هذه المسافة من الخريطة إلى الطبيعة. أما القياس باستخدام الورقة العادية فيتم بمقارنة المسافة التي تم قياسها بالمقياس الخطي لمعرفة المسافة المقابلة على الطبيعة.
- القياس بواسطة الفرجار ذو الرأسين الحادين: يُفتح الفرجار فيوضع أحد الرأسين على النقطة الأولى والرأس الآخر على النقطة الثانية، ثم يوضع الفرجار على المقياس الخطي لنعرف المسافة المقابلة على الطبيعة مباشرة، أو نقيس هذه المسافة على المسطرة، ويتم تحويلها إلى مسافة على الطبيعة بإجراء العملية الحسابية المناسبة

مثال: بعد قياس فتحة الفرجار بين نقطتين أ و ب على المسطرة وُجد أنها تعادل 7.3سم على خريطة طبوغرافية مقياسها 25000/1 فكم تعادل هذه المسافة على الطبيعة؟

كل 1سم على هذه الخريطة يعادل 250م على الطبيعة

إذاً كل 7.3سم تُعادل : 7.3 * 250 = 1825م.

عادةً ما يتم قياس المسافات بين نقاط على خط مستقيم أو منكسر أو متعرج، وقد يُشكل الخط الذي تم قياسه محيط منطقة ذات شكل منتظم أو غير منتظم. وتكون هذه الحالات كما يلي:

1- قياس المسافة بين نقطتين: يمكن قياس المسافة على الخريطة إما بالمسطرة، أو بواسطة الفرجار ذي الرأسين الحادين، أو على طرف ورقة ميلمترية أو عادية أو بواسطة قائس المسافات (عجلة القياس curvemeter).

2- قياس المسافة على خط منكسر بين نقطتين: وتُستخدم طرق القياس المذكورة نفسها.

3- قياس المسافة على خط متعرج: ويُستخدم في القياس الفرجار، أو الورقة الميلمترية أو العادية أو قائس المسافات.

وحديثاً يمكن القياس باستخدام برامج معالجة المرئيات الفضائية والخرائط كبرنامج نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، وبرنامج (ERDAS IMAGINE) باستخدام أدوات خاصة للقياس ضمن التطبيق.

طرق القياس التقليدية:

1- قياس المسافات المستقيمة:

القياس بالمسطرة: تُستعمل المسطرة لقياس المسافات المستقيمة، سواء أكانت المسافة مكونة من قطعة مستقيمة واحدة بين نقطتين، أم كانت مجموعة من القطع المستقيمة التي تُشكل خطاً منكسراً.

بعد حساب طول الخط بالسنتيمترات والميليمترات يتم استخراج ما تُعادله هذه المسافة على الطبيعة بواسطة عملية حسابية بسيطة تعتمد على المقياس العددي، أو بمقارنة هذه المسافة مع المقياس الخطي الموجود على الخريطة.

مثال: إذا كانت المسافة المقاسة على الخريطة (7سم)، ومقياس الخريطة هو (1/50000)

كل 1 سم على الخريطة يُعادل 50000 سم على الطبيعة أو 500م

كل 1مم على الخريطة يُعادل 500 م على الطبيعة ومنه

كل 7 تُعادل س = 7 * 500 = 3000 متراً.

القياس بواسطة قائس المسافات (عجلة القياس): يُعد هذا الجهاز أسرع وسيلة يدوية لقياس المسافات المتعرجة ودقتها، وهو جهاز بسيط له عجلة مسننة صغيرة تتحرك على الخط المطلوب قياسه، وترتبط بعجلة داخلية كبيرة ومؤشر يتحرك على قرص مدرج بالسنتيمترات أو ما يُقابل المسافات المقطوعة على الخريطة من مسافات على الطبيعة، ويجب أن ينتبه القائس إلى أن المؤشر ينطبق على الصفر عند بدء القياس، ويتحرك بالاتجاه الملائم عند تكرير العجلة على

الخط المطلوب قياسه (باتجاه عقارب الساعة عادةً) إذا كان الخط يُشكل منحنى مغلق أو شبه مغلق.





الشكل (1): عجلة القياس

2- قياس المسافات على خط منكسر:

<u>القياس بالمسطرة:</u> تُستعمل المسطرة لقياس كل جزء مستقيم من الخط المنكسر على حدة، وتُسجل نتائج القياس، ثم تُجمع للحصول على الطول الإجمالي لهذا الخط.

<u>القياس بواسطة طرف الورقة الميلمترية أو العادية:</u>يتم قياس المسافة بين نقطتين محددتين (أ و ب) بتحديد بدايتها ونهايتها على طرف الورقة، ثم نقيس بدءاً من موقع النقطة (ب) على طرف الورقة، ثم المسافة بين (ب و ج)، ثم بدءاً من موقع (ج) حتى (د). ثم يتم جمع هذه القطعة (أب، ب ج، ج د، د هـ) على طرف الورقة لتصبح على استقامة واحدة، ثم يتم حساب أ هـ بواسطة الورقة الميلمترية أو المسطرة.

<u>القياس بواسطة عجلة القياس:</u>نستطيع تحريك عجلة القياس على خط منكسر أو متعرج، ويُقرأ على القرص المسافة المقطوعة على الخريطة.

3- قياس المسافات على خط متعرج:

<u>القياس على طرف ورقة ميلمترية:</u> تعتمد دقة نتائج القياس بهذه الطريقة على صحة اختيار القائس التقسيمات الصغيرة التي يُحددها على الخط المتعرج.

<u>القياس بواسطة الفرجار ذي الرأسين الحادين:</u>تُعطي هذه الطريقة نتائج أدق من الطريقة السابقة باختيار فتحة ثابتة للفرجار. وكلما ضاقت التعرجات يجب تصغير الفتحة.

<u>القياس بواسطة عجلة القياس:</u> ترتبط دقة القياس باستخدام هذه الطريقة بمقدرة القائس على تحريك العجلة فوق الخط المراد قياسه تماماً ودون انحراف.



أنظمة القياس

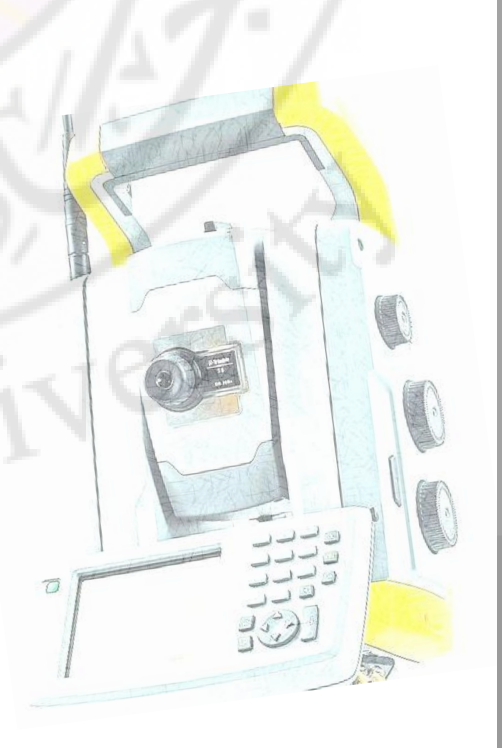
جغرافية / سنة رابعة

المحاضرة الثالثة

الأجهزة المساحية (1)

د. يارا الويش





المحاضرة الثالثة

الأجهزة المساحية (1)

د. يارا الويش

تعتمد عمليات المسح الجيوديزي والطبوغرافي على قياسات تجري على الطبيعة للمسافات والمناسيب والارتفاعات والزوايا والمساحات. بعضها يجري مباشرةً باستخدام أجهزة خاصة (أدوات قياس) كالأطوال والارتفاعات والزوايا، وبعضها يُحسب من خلال نتائج القياسات المباشرة باستخدام معادلات خاصة بكل عملية.

تحتاج كل عملية قياس إلى وحدات، وأدوات قياس قد تكون بسيطة وقد تكون معقدة.

الأدوات والأجهزة المستعملة في القياسات المساحية:

1- ثلاثي الأرجل: هو عبارة عن قاعدة خشبية أو معدنية لحمل وتركيز الأجهزة البصرية والإلكترونية عليها كما يُستخدم بعضها لحمل الشواخص والعواكس. يجب ثبات الأرجل في موقعها فوق أي سطح طبوغرافي سواء كان مستوياً، أم منحدراً، أو صلباً.

ومن أجل التثبت من تركيز الجهاز فوق النقطة المطلوبة تماماً والمحددة تحت ثلاثي الأرجل يتم استخدام مطمار معدني مدبب من الأسفل معلق بخيط، ليؤمن الاتجاه الشاقولي، وليحدد مركز الجهاز وتطابقه مع النقطة المطلوب قياسها.

يُستخدم الحامل الثلاثي أو ثلاثي الأرجل في التصويرالفوتوغرافي أو المتحرك (الفيديو).وهو شيء أساسي في التصوير الفوتوغرافي الاحترافي ، كما أنه مهم جداً في تصوير الفيديو .كما يُستخدم أيضاً في تثبيت التليسكوب (حجم صغير أو متوسط).

أجزاء ثلاثي الأرجل:

1- ثلاثة أرجل منزلقة:كل واحدة منها مؤلفة من قطعتين متداخلتين، تنزلق القطعة السفلية نحو الأرض من أجل رفع الجهاز.

2- مفصل منزلق لتثبيت وحل الجزء السفلي من الرجل:

3- مثبت الأرجل:يقع في نهاية الأرجل وينتهي برأس حاد لتثبيت الحامل في الأرض.

4- قاعدة تثبيت الجهاز: وهي الجزء الرئيسي في الحامل إذ تجمع الأرجل الثلاث بمفاصل متحركة.

5- مفصل متحرك للرجل: يُثبت هذا المفصل رجل الحامل بقاعدة تثبيت جهاز، ويسمح بحركة الرجل أفقياً.



الشكل (1): أجزاء ثلاثي الأرجل

أنواع ثلاثي الأرجل:

هناك أنواع عديدة من ثلاثيالأرجل، تختلف عن بعضها البعض بالمتانة والقوة، ومادة الصنع، والثقل، والارتفاع، والاستخدام، والميزات الإضافية التي يزود بها الحامل.

1- الحامل الخشبي: يُصنع هذا الحامل من الخشب القوي والجيد، ويُطلى بمواد عازلة للحماية من الظروف الجوية، وعيبه الوحيد أنه ثقيل الوزن (أكثر من 5كغ).

2- الحامل الألمنيوم:يُصنع من صفائح الألمنيوم المقاومة للظروف الجوية، ويتميز بأنه خفيف الوزن (أقل من 5كغ)

3- حامل الكربون: يُصنع هذا الحامل من صفائح الكربون، الخفيفة الوزن لكنها قوية وقادرة على على حمل الأجهزة الجيوديزية كلها.

4- حامل خاص: يُصنع هذا الحامل بشكل خاص لنوع محدد من الأجهزة المساحية، بحيث يناسب تلك الأجهزة سواء بالوزن أو الحركة أو الميزات التي تم إضافتها.

5- حامل عام: يُخصص هذا النوع من الحامل للاستخدام العام أي يصلح لحمل كل الأجهزة المساحية (تيودوليت، قائس مسافات إلكتروني، محطة شاملة).

6- حامل رافع: يتميز هذا الحامل بأن قاعدة تثبيت الجهاز فيه يمكن رفعها للأعلى، بما يتناسب مع طول الراصد والظروف الطبيعية المحيطة، مما يساعد على إجراء عملية القياس بشكل أسهل.

2- الميرا أو مسطرة جهاز التسوية:

هي مسطرة مدرجة من الخشب أو المعدن الخفيف، قابل للطي إذا كانت مكونة من قطع موصولة بمفاصل معدنية، أو قابلة للفتح بطريقة الهوائي، إذا كانت معدنية ومصنوعة من مقاطع معدنية يختلف اتساعها، وتستوعب كل قطعة القطعة التي تليها مثل هوائي الراديو، ولكن مع مقطع مستطيل، تُوضع في مستوى أفقي أو شاقولي.

تُعرف مسطرة التسوية (الميرا) باسم القامة لجهاز الميزان، أو قضيب التسوية، أوعمود التسوية.
تُقسم الميرا إلى سنتيمترات يميزها عن بعضها تعاقب ألوان متنافرة كالأبيض والأسود، أو الأبيض والأحمر. كما يمكن تمييز التناوب اللوني لكل خمسة أو عشرة سنتيمترات من جانب واحد للميرا أو من الجانبين، عرض وسمك قامة التسوية هو 75 ملم و 18 ملم على التوالي. ويباغ ارتفاعها (5 أو 7 متر)

وتُستخدم الميرا كجهاز مساعد على قياس فروق الارتفاع مع جهاز التسوية الذي يُسمى الميزان أو النيفومتر. ولقياس المسافة باستخدام الميزان أو النيفومتر، ويستطيع القائس قراءة الارتفاع على الميرا بمنظار جهازه المستخدم في قياس المناسيب أو في قياس المسافات، حيث يقوم مساعد المساح بتثبيت الميرا فوق النقطة المطلوبة، ويمكن أحياناً استخدامها بوضعها بشكل أفقي على حامل ثلاثي الأرجل لإجراء قياس المسافات بالتاكيومتر.



الشكل (2): الميرا أو مسطرة جهاز التسوية

استخدامات الميرا:

تُستخدمالميرالتحديد الفرق في الارتفاع بين نقطتين، وتُستخدم لقياس المسافات والزوايا.

أجزاء الميرا:

المفصل المقدم هو:

- يمكن طي مسطرة الميرا بطول مترين.

-يمكن فصل القطعتين بسهولة عن بعضهما البعض عند الحاجة لتسهيل التعامل بسهولة.

-عندما يتم قفل القطعتين معًا، تكون المسطرة صلبة تماماً في المفصل ومستقيمة تماماً.

يتم توفير قبعات النحاس في الجزء السفلي وأعلى القامة.

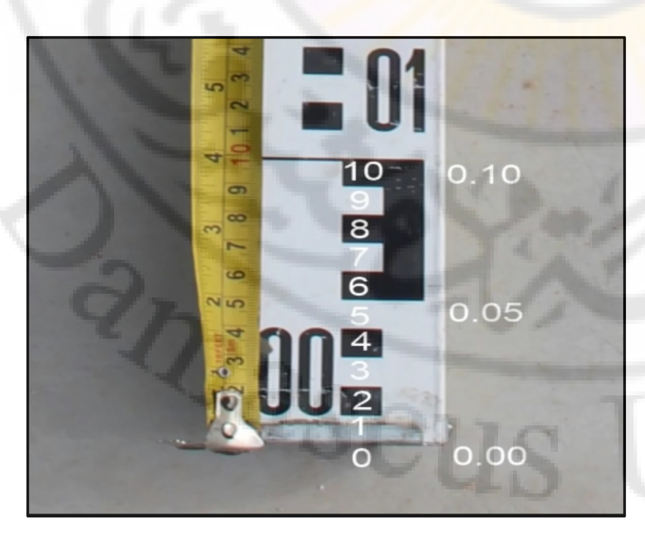
يتم توفير صفيحة أرضية من الحديد الزهر مع مسطرة التسوية، والتي يمكن استخدامها كصفيحة أرض.

تحتوي الصفيحة الأرضية على ثقب نصف دائري في الوسط بحيث يمكن تثبيته في قاع المسطرة باستخدام دبوس نحاسي.

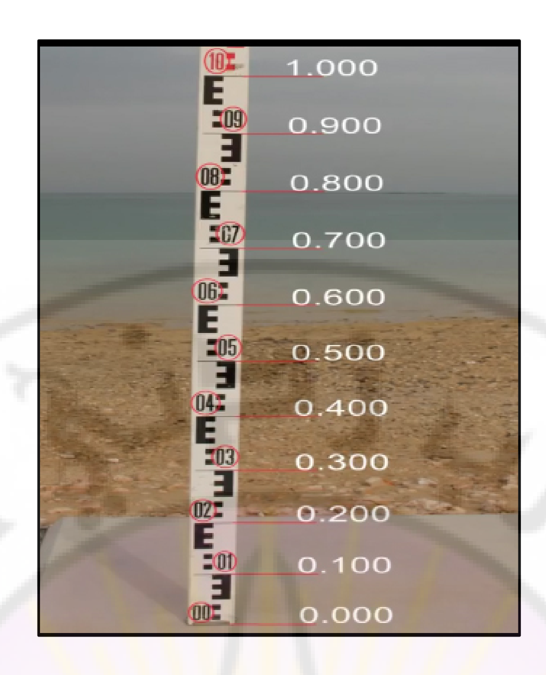
القياس بواسطة الميرا:

كما سبق فإن كل متر في الميرا يلون بلون مغاير كالأحمر والأسود. وتُستخدم مع جهاز الميزان لتحديد منسوب أي نقطة. الميرا تبدأ بالصفر وهو عبارة عن قاعدة حديدية لمنعها من التآكل.

بعد الصفر تكون مقسمة إلى مربعات صغيرة قيمة كل مربع تساوي 1سم. وكل (5 سم) يتم تمييزها على شكل حرف (E).



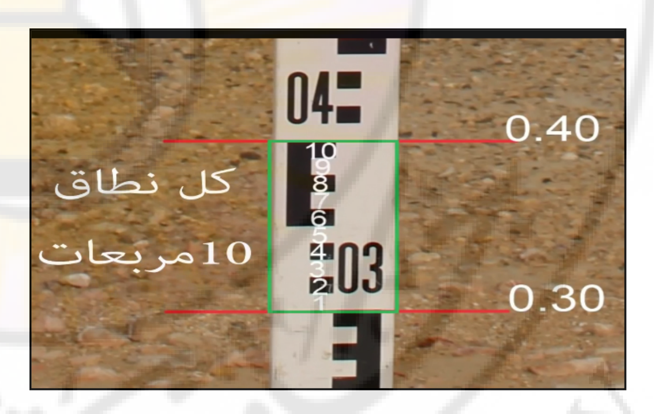


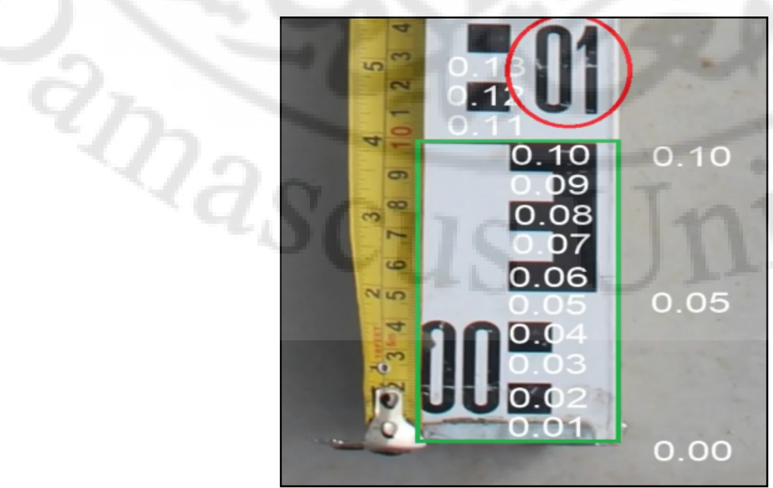


وتُكتب لكل (10سم) أي لكل (د.سم) أي بعد أول عشر مربعات تُكتب على الشكل (0,1) أي (0,01) يعني (10سم). ((كل اسم = 10 مم)

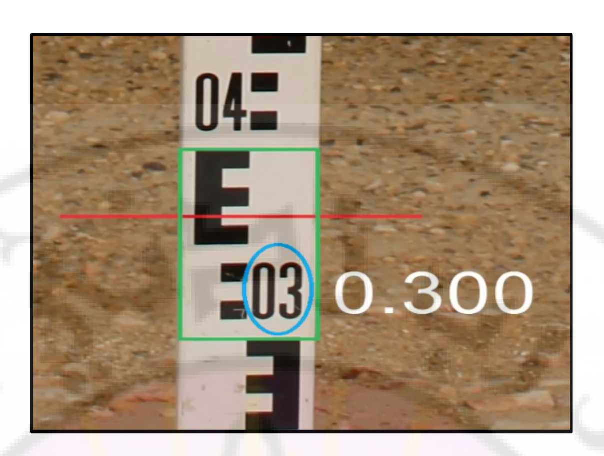
بعد عشر مربعات أخرى يُكتب على الميرا (02) أي 20سم.



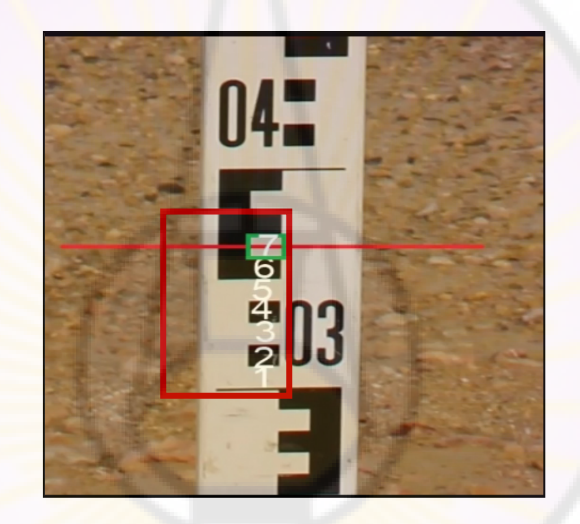




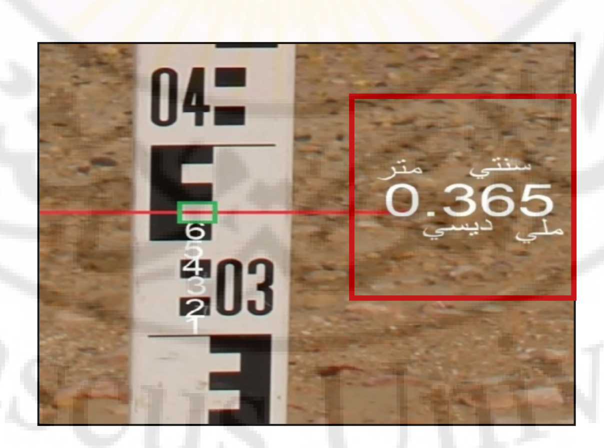
مثال: المطلوب تحديد القراءة التالية



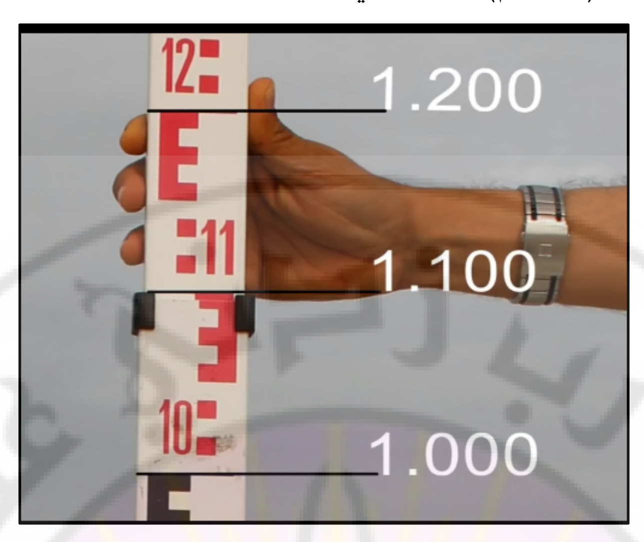
أولاً:



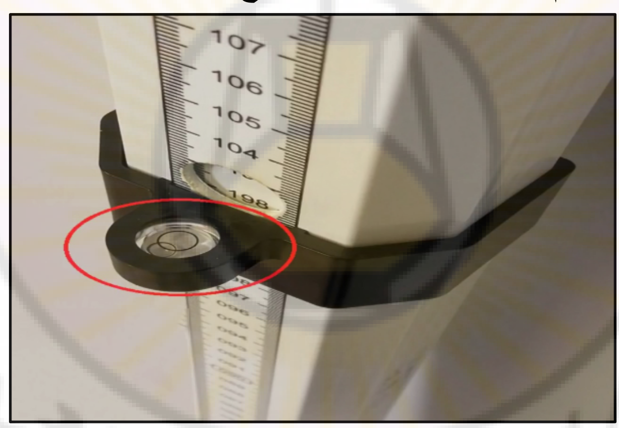
ثانياً:



يوضح الشكل بعد تجاوز (100سم) الأمتار في الميرا



تحتوي الميرا على ميزان ماء بين كل مفصل لتُصبح رأسية تماماً على أي قراءة. تُقرأ الميرا بواسطة جهاز الميزان بعد ضبطه وتوجيهه نحو الميرا والنظر في العدسة العينية لجهاز الميزان. عند الرؤية غير الواضحة يتم توضيحها بمسمار توضيح الرؤية على جانب جهاز الميزان.



الشكل (3): ميزان الماء في الميرا



الشكل (4): مسمار توضيح الرؤية في جهاز الميزان

عند النظر في عدسة جهاز الميزان يتم تمييز شعرات الستاديا (Stadia Lines):

والتي تتكون من : 1- شعرة أفقية عليا

2- شعرة أفقية وسطى

3- شعرة أفقية سفلية

شعرة رأسية في الوسط عمودية على الشعرة الوسطى والموضحة في الشكل (5)

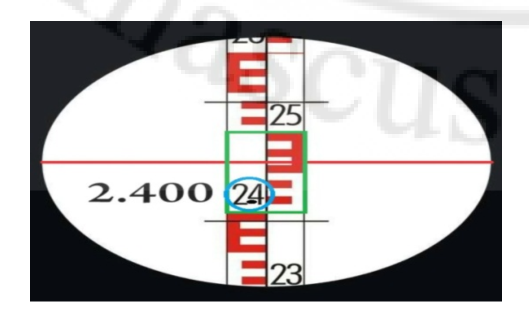


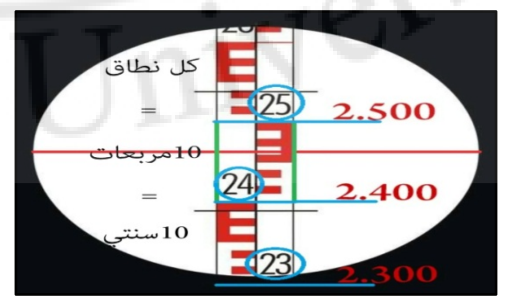
الشكل (5): شعرات استاديا

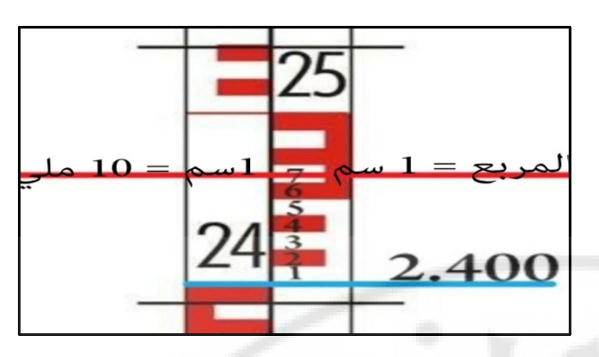
قراءة القيمة على الميرا: هي تقاطع الشعرة الوسطى مع الميرا (القامة)

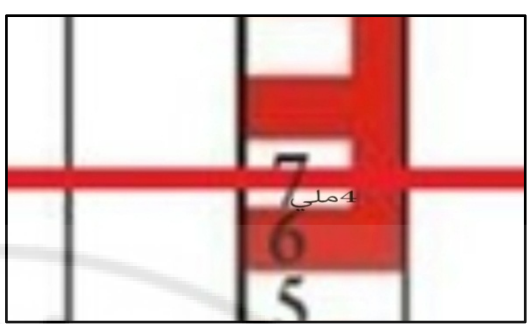


ولقراءة القيمة الموضحة في الشكل السابق نرى أنها ضمن المجال (2,4 م)

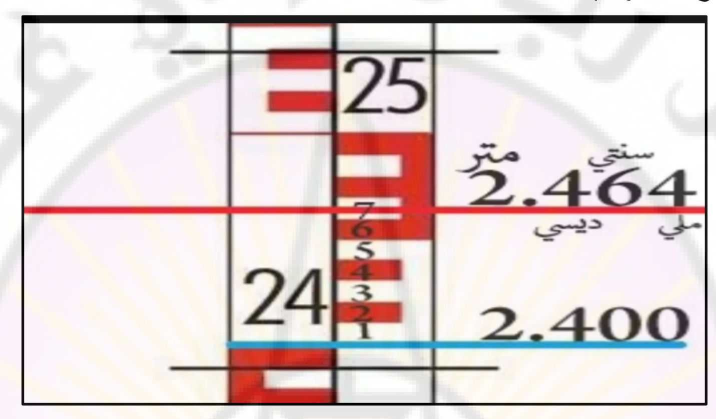








وبالتالي تكون القراءة النهائية:



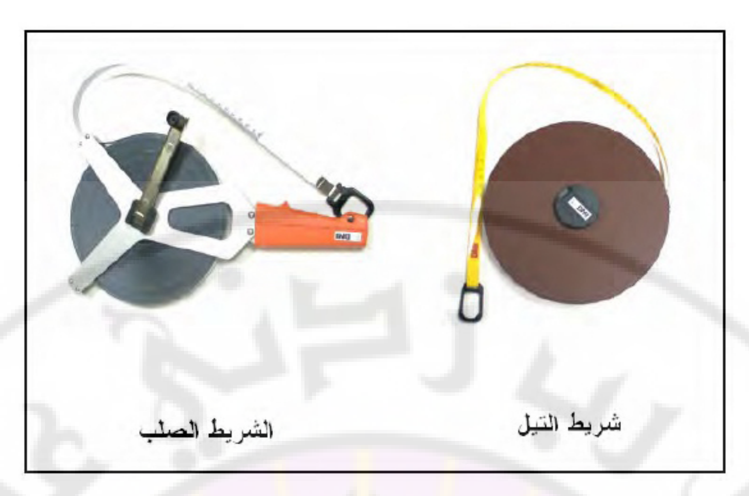
أجهزة قياس المسافات:

تُعد المسافات أحد أهم أنواع القياسات المساحية، حيث نقوم بقياس المسافة المائلة (المباشرة أو الفراغية) في الطبيعة ثم نحولها حسابياً إلى المسافة الأفقية التي يتم توقيعها في الخرائط. يوجد أسلوبين لقياس المسافات في الطبيعة: إما بالشريط أو باستخدام جهاز قياس المسافات الكترونياً.

1- الشريط (Tape):

قبل ابتكار الشريط بصورته الحالية كان يُستخدم الجنزير (chain) لقياس المسافات والذي يتكون من عدد من حلقات الحديد التي تكون شريطاً له طول معين معاير بدقة.

تُصنع الشرائط إما من الصلب أو من مادة الكتان أو التيل، بينما للقياسات الدقيقة يتم استخدام شريط الأنفار والمكون من (35% مادة النيل، و 65% حديد) وهو لا يتأثر كثيراً بالحرارة، إلا أنه أغلى ثمناً من كلا النوعين السابقين. تأتي الشرائط بأطوال محددة (10، 20، 30، 50 ، 100متر).



الشكل (6): أنواع الشرائط

يتميز شريط التيل بسهولة حمله لأنه خفيف وعادةً يتم استخدامه في الأعمال التي لا تتطلب دقة عالية لأنه يتأثر بالبلل ويتغير طوله نتيجة الشد. أما الشريط الصلب فهو أدق من النوع الأول نظراً لصلابته وقلة تمدده وانكماشه إلا أنه أثقل وزناً من الشريط الكتان كما أنه قابل للصدأ.

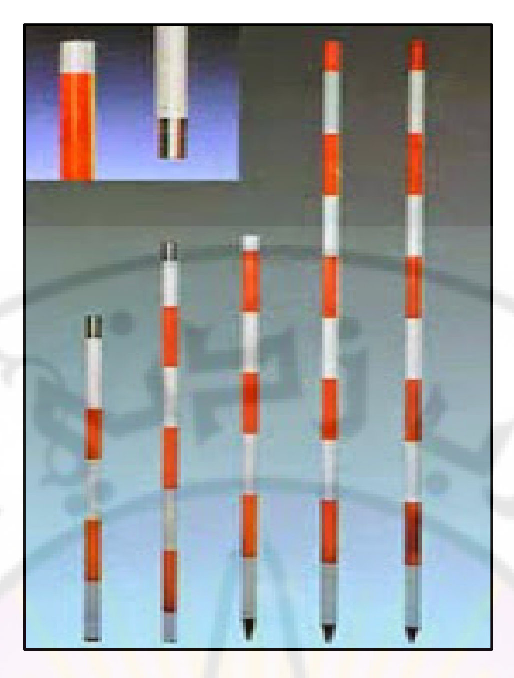
أدوات مساعدة مع الشريط:

عند قياس المسافات بالشريط (في حالة أن المسافة المطلوب قياسها أكبر من طول الشريط ذاته) فتوجد عدة أدوات مساعدة تشمل:

1- الشاخصة (الجالون)Range pole or rod:

هي عصا خشبية في الغالب مستديرة المقطع، (يكون قطر مقطعها عادةً بين (3-4سم)، يتراوح طولها بين (1,5 – 2,5 م)). وتُقسم هذه الشاخصة إلى أقسام طول القسم الواحد منها 10 أو 15 أو 20 سم، وتُطلى الأقسام بلونين متباينين (أحمر وأبيض، أو أسود وأبيض).

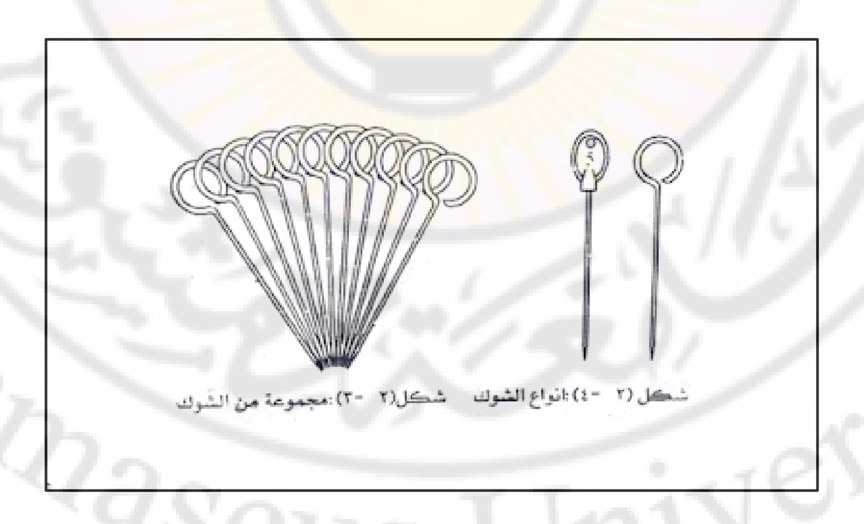
يمكن استخدام الشاخصة بشكل أساسي من أجل تحديد النقاط أثناء المسح لقياس الزوايا. وتُثبت الشاخصة من قبل مساعد المساح يدوياً، أو باستخدام ثلاثي أرجل معد خصيصاً لتثبيت الشاخصة فوق النقطة المطلوبة. ويُستفاد من التلوين المتباين للشاخصة في تمييزها بسهولة عند رصدها من مكان بعيد. ويكون أسفل الشاخصة مزوداً برأس معدني مدبب للتمكن من وضع الشاخصة بدقة فوق النقطة المطلوبة. ويُشترط للحصول على قياس دقيق وضع الشاخصة بشكل شاقولي كي تعبر عن موقع النقطة المرصودة بشكل صحيح. توضع على قمة الشاخصة رايات ملونة لتسهيل رؤيتها من بعيد. تُستعمل الشواخص لتعيين الاتجاهات ومعرفة أماكن الأوتاد عن بعد.



الشكل (7): الشاخصة

2- الشوكة (Pin):

هي عبارة عن أسياخ من الصلب يتراوح طولها بين 30حتى 40 سم ، أحد طرفيها مدبب لسهل غرسه في الأرض، والطرف الأخر على شكل حلقة تحمل رقماً يساعد في عد الشوك، وتستخدم الشوك في تحديد بداية ونهاية الشريط.

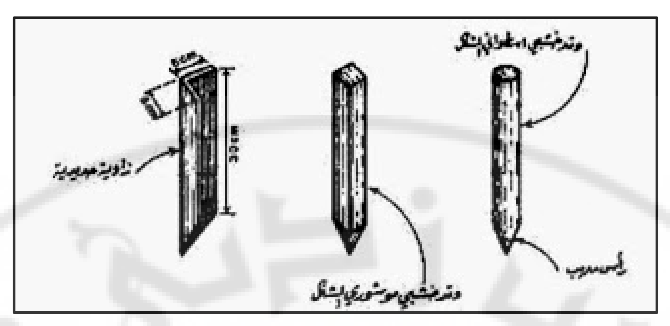


الشكل (8): الشوكة

3- الأوتاد Pegs :

وهي قطع من الخشب أسطوانية أو مضلعة يتراوح قطرها بين 3 – 6 سنتيمتر ويتراوح طولها من 20 – 30 سنتيمتر ، يكون طرفها السفلي مدبباً ليسهل غرزه في الأرض، تُستخدم لتحديد

مواضع نقاط بداية ونهاية الخط المقاس، تُستخدم أوتاد حديدية أو مسامير صلب بدلاً من الأوتاد الخشبية في الأرض الصلبة.



الشكل (9): الأوتاد

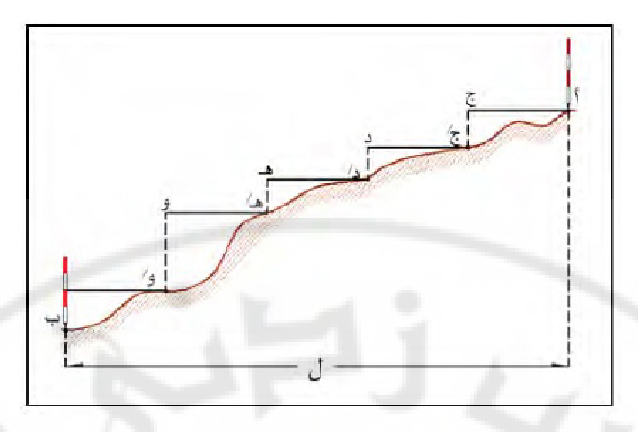
4- خيط الشاقول Plumb Bob :

هو خيط ينتهي بقطعة معدنية مخروطية الشكل ذات رأس مدبب، يُستخدم لتحديد المسقط الرأسي لنهاية الشريط عندما يكون في وضعه الأفقي أعلى من سطح الأرض، بمعنى أخر عندما تكون عملية القياس على أرض غير مستوية، ويستخدم مع خيط الشاغول ميزان مياه لضبط أفقية الشريط لتكامل أفقية الشريط مع رأسية المسقط الذي يحققه خيط الشاغول للحصول على دقة عالية في القياس.



الشكل (10): الشاخصة، الوتد، الشوكة، خيط الشاقول

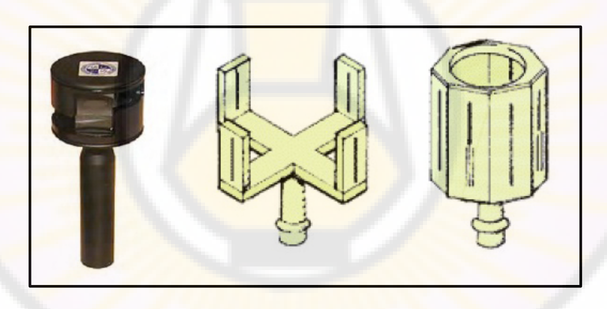
إذا كان قياس المسافة المطلوبة سيتم على أرض غير منتظمة الميل فيتم تجزئتها إلى عدة أقسام بحيث يكون الشريط في وضع أفقي في كل جزء، وذلك باستخدام خيط الشاقول.



الشكل (11): قياس المسافات على أرض مائلة

للأعمال المساحية الدقيقة يتم أيضاً استخدام ترمومتر لقياس درجة حرارة الجو أثناء القياس ليتم لاحقاً تصحيح الخطأ المقاس بالشريط طبقاً لتأثره بالحرارة. كما يتم أيضاً استخدام ميزان ماء لضمان أفقية الشريط أثناء قياس المسافة.

يُستخدم الشريط أيضاً في إقامة عمود (خط يتعامد على خط موجود في الطبيعة) وذلك بالاستعانة بجهاز آخر يُسمى المثلث المساح (cross staff) أو بجهاز المثلث ذو المرآة.



الشكل (12): المثلث المساح

قياس المسافات الكترونياً:

يعتمد مبدأ قياس المسافات الكترونياً على المعادلة الرياضية التي تجمع كلاً من المسافة والسرعة والزمن:

المسافة = السرعة x الزمن

فإذا تمكننا من قياس سرعة شعاع أو موجة كهرومغناطيسية Electro Magnetic أو كهروبصريةElectro Optical أثناء انتقاله بين نقطتين وقمنا بقياس الزمن الذي استغرقته هذه الموجة للانتقال بين النقطتين فيمكننا حساب المسافة بينهما.

بدأ تطبيق هذا المبدأ في مجال المساحة وذلك عن طريق إطلاق موجة من جهاز (عند النقطة الأولى من الخط المطلوب قياسه) إلى النهاية الثانية للخط حيث يوجد جهاز عاكس يقوم بعكس

هذه الموجة في نفس مسارها، ويقوم الجهاز المرسل بقياس الفترة الزمنية التي استغرقتها هذه الموجة منذ إطلاقها

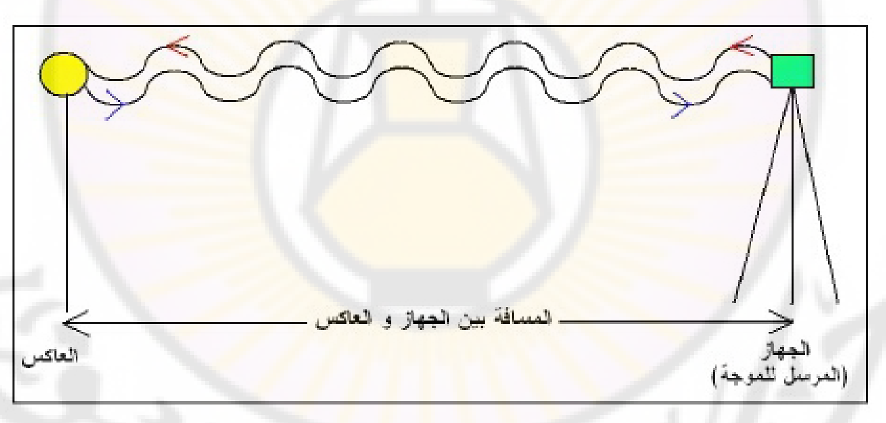
الفترة الزمنية = وقت الاستقبال – وقت الارسال

لكن هذه الفترة الزمنية المقاسة هي الزمن الذي استغرقته الموجة منذ صدورها من الجهاز المرسل حتى وصولها للعاكس ثم عودتها مرة أخرى للجهاز المرسل، أي أنها ضعف الفترة الزمنية بين المرسل والعاكس. لذلك فإن المسافة المحسوبة ستُعادل ضعف المسافة بين جهازي المرسل والعاكس:

ضعف المسافة بين المرسل والعاكس= الفترة الزمنية x سرعة الموجة

المسافة بين المرسل والعاكس= (الفترة الزمنية x سرعة الموجة) / 2

من المعلوم أن أي موجة تسير في الفضاء تكون سرعتها هي سرعة الضوء التي تُعادل تقريباً (300ألف كيلومتر في الثانية). أي أن قياس الفترة الزمنية للموجه هو كل ما يلزم لحساب المسافة بين كلاً من جهاز الإرسال والعاكس. ومن هنا جاءت فكرة ابتكار أجهزة قياس المسافات الكترونياً ((Electronic Distance Measurement (EDM)).



الشكل (13): مبدأ قياس المسافات الكترونياً

تتعدد أنواع الأشعة المستخدمة في قياس المسافات الكترونياً وتشمل:

1- موجات الراديو: وتُستخدم في قياس المسافات الطويلة حتى (50-60 كم).

2- الموجات تحت الحمراء: هي الأكثر استخداماً الآن في أجهزة المحطات الشاملة (Total Station) وتُستخدم لقياس المسافات (10-30 كم).

3- الموجات الضوئية المرئية: تُستخدم لقياس المسافات الأقل من (10 كم).

4- الليزر المرئي: للمسافات متناهية الصغر والتي تبلغ عشرات الأمتار.

بدأ إنتاج أجهزة قياس المسافات الكترونياً (EDM) منذ بداية الخمسينات من القرن العشرين وكانت عبارة عن أجهزة منفصلة يتم تركيبها فوق أجهزة قياس الزوايا (التيودوليت) بحيث يتم

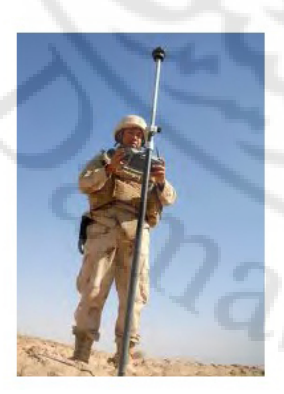
قياس الزاوية والمسافة في نفس الوقت. وتم بعد ذلك دمج كلا جهازي التيودوليت و (EDM) في جهاز واحد (مع بعض المكونات والمميزات التقنية المتقدمة) في جهاز واحد أُطلق عليه اسم المحطة الشاملة أو المحطة المتكاملة (Total Station).



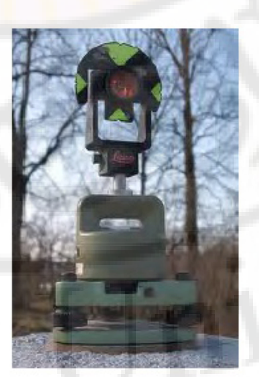


الشكل (14): أجهزة قياس المسافات الكترونياً

تعتمد معظم أجهزة المساحة لقياس المسافات الكترونياً على وجود عاكس Reflector أو منشور عاكس Prism يقوم بعكس الموجة إلى جهاز الاستقبال مرة أخرى. يتكون العاكس من منشور من الزجاج النقي مطلي بمادة الفلورينست لزيادة قوة انعكاس الأشعة يوضع عالياً داخل إطار بلاستيكي ملون لسهولة رؤيته من مسافات كبيرة. وقد يوضع العاكس على حامل ثلاثي لضمان وقوعه رأسياً أعلى النقطة المحتلة بالضبط (للقياسات المساحية الدقيقة) أو يُوضع أعلى عصا pole يمسكها الراصد بيده.









الشكل (15): عواكس أجهزة قياس المسافات الكترونياً

توجد أيضاً أهداف عاكسة Reflective Sheet يمكن استخدامها بديلاً عن العاكس وهي عبارة عن ألواح رقيقة يتم طلاؤها بمادة الفلوريسنت العاكسة للأشعة. تُستخدم الأهداف العاكسة في الطبيعة للمواقع التي لا يمكن تثبيت العاكس عندها مثل الحائط والأعمدة الخرسانية.

كما توجد أجهزة مساحية يمكنها قياس المسافات الكترونياً بدون عاكس Reflector Less (للمسافات القصيرة وحتى مئات الأمتار) وذلك باستخدام موجات تتميز بخاصية الانعكاس عند اصطدامها بأي هدف. وبذلك فإن هذه النوعية من الأجهزة المساحية تمكننا من قياس المسافات دون الحاجة لاحتلال نقطة نهاية الخط. أي يمكنها قياس المسافة إلى أعلى قمة برج.

تم إنتاج بعض أجهزة قياس المسافات الكترونياً (باستخدام موجات الليزر المرئي) مخصصة للأعمال الهندسية البسيطة (غير المساحية) حيث أصبحت هذه الأجهزة محمولة يدوياً ليتم استخدامها بصورة سريعة وبسيطة (داخل المنشئات والمباني مثلاً) لقياس المسافات الصغيرة وبدقة سنتيمترات.



الشكل (16): أجهزة محمولة لقياس المسافات الكترونياً

تتأثر أجهزة قياس المسافات الكترونياً بعدة مصادر للأخطاء أهمها هو تأثير عوامل الطقس (الحرارة والضغط الجوي والرطوبة النسبية) عند نقطة جهاز الإرسال. لذلك توجد بعض التصحيحات الواجب حسابها لتصحيح المسافة المقاسة وتقدير المسافة الدقيقة بين جهازي المرسل والعاكس.

يُعبر عن دقة المسافة المقاسة بأجهزة (EDM) في صورة نسبية. أي أنها تتناسب مع طول المسافة المقاسة. أي أن دقة جهاز (EDM) تتكون من جزأين: خطأ ثابت القيمة، و خطأ نسبي يعتمد على طول المسافة المراد قياسها.

مثال:

دقة أحد أجهزة (EDM) = +− 5 ميللي + 3 جزء في المليون (Part per million or ppm)

= +–5 ميللي + 3 مللي لكل كيلومتر من طول الخط المقاس

أي أن الجهاز يحتوي على خطأ ثابت يبلغ (5 ملليمترات في هذا المثال)، وأيضاً خطأ نسبي يعتمد على طول المسافة المراد قياسها.

فإذا كان طول الخط المقاس يبلغ 2 كيلومتر فإن:

دقة أحد أجهزة EDM = +– 5 ميللي +3 ميللي لكل كيلومتر من طول الخط المقاس

= +–5 ميللي + (3 x 2)

= +–5 ميللي + 6 ميللي

= +–6 ميللي

يوضح الجدول التالي مواصفات بعض أجهزة قياس المسافات الكترونياً (EDM)

الجهاز	مدي القياس نهارا (كيلومتر)	دقة القياس (سنتيمتر)
Geodemetr NASM-4	٤.٥	0.5 ± 2 ppm
EOS-Ziess	٥	0.5 ± 2 ppm
Sokkia RED 2L	٥	0.5 ± 5 ppm
Geodemetr NASM-8	٣٠	1.0 ± 1 ppm
Tellurometer CA 1000	٦٠	2 ± 5 ppm
Wild DI 60	١٥٠	1 ± 4 ppm
HP 3805A	١٥٠	0.5 ± 1 ppm
Tellurometer MRA5	١٥٠	2 ± 5 ppm



أنظمة القياس

جغرافية / سنة رابعة

المحاضرة الرابعة

الأجهزة المساحية (2)

جهاز النيفومتر (الميزان)

د. يارا الويش





الأجهزة المساحية (2)

جهاز النيفومتر (الميزان)

د. يارا الويش

تُستخدم تطبيقات المساحة مثل الشريط والتيودوليت في تحديد مواقع (إحداثيات) المعالم الجغرافية في مستوي، أي من خلال تحديد البعدين (س،ص) لكل نقطة. إلا أن الأرض ليست مستوية إنما هي مجسم شبه كروي وسطحه ليس مستوياً بل تتخلله الجبال والوديان، ولتمثيل أي معلم على الأرض يلزمنا ثلاثة أبعاد وليس اثنين فقط. هذا البعد الثالث (البعد الرأسي) هو الهدف الذي يسعى النيفومتر لقياسه.

النيفومتر (التسوية) من أهم تطبيقات علم المساحة في كافة المشروعات المدنية والعسكرية على الأرض، فهي أساس العمل المساحي في تنفيذ مشاريع البناء والجسور والسكك الحديدية....وغيرها.ويعتمد المهندس والمساح في كثير من الأعمال على هذا الجهاز الطبوغرافيوهو يُستخدم في قياس المسافات الأفقية وفروق الارتفاعات والزوايا الأفقيةأ و بمعنى آخر لإيجاد مناسيب النقط.

جهاز النيفومتر (الميزان):

جهاز الميزان (النيفومتر) أو ميزان القامة هو آلة هندسية الغرض منها الحصول على خط نظر أفقي تماماً يوازي متوسط منسوب مستوى سطح البحر. وجميع الموازين مبنية على فكرة أنه إذا ثبتنا ميزان التسوية على المنظار، وضبطنا الفقاعة، فإن محور خط النظر لهذا المنظار يصبح أفقياً.ويحقق المنظار مستوى أفقياً بدورانه حول محوره الرأسي.

كما يُعرف النيفومتر أيضاً بأنه جهاز يُستخدم في قياس الارتفاعات أو ما يُسمى التسوية، وهو عبارة عن نظارة تحتوي على خطين متعامدين مرسومين على عدسة التحكيم ولها فقاعة زئبقية خاصة بها. تتوضع النظارة على قاعدة لها ذات ثلاث ركائز مزودة ببزالات تُساعد في عملية وضعها أفقياً من خلال مراقبة فقاعتها الزئبقية، وبعض الأجهزة تحوي قرصاً أفقياً مدرجاً يُستخدم لقياس الزوايا الأفقية. يكون الجهاز قادراً على الدوران حول محوره الشاقولي، يتم وضعه على ثلاثية الأرجل وتثبيته، وتكون نظارته غير قابلة للحركة في المستوى الشاقولي.

ويُستخدم مع الجهاز قوائم مدرجة يتم وضعها شاقولياً في النقاط المطلوب قياس ارتفاعها.



الشكل (1): جهاز النيفومتر



الشكل (2): المكونات الأساسية الخارجية لجهاز النيفومتر (الميزان)

أجزاء جهاز النيفومتر:

1- منظار مساحي(التلسكوب):يتكون هذا المنظار من:

أ- عدسة شيئية

ب- عدسة عينية

ج- مسمار توضيح الشعرات

د- حامل الشعرات.

هـ- مسمار توضيح الرؤية.

و- علامة التوجيه الخارجي.

2- قاعدة:

مركب عليها مسامير التسوية الثلاثة لضبط أفقية ميزان التسوية (الفقاعة).

3- مسمار الحركة الأفقية البطيئة:

خاص بحركة الجهاز الأفقية البطيئة مع العلم أن الحركة السريعة تتم بتحريك الجهاز باليد

4- حامل الجهاز (الركيزة):

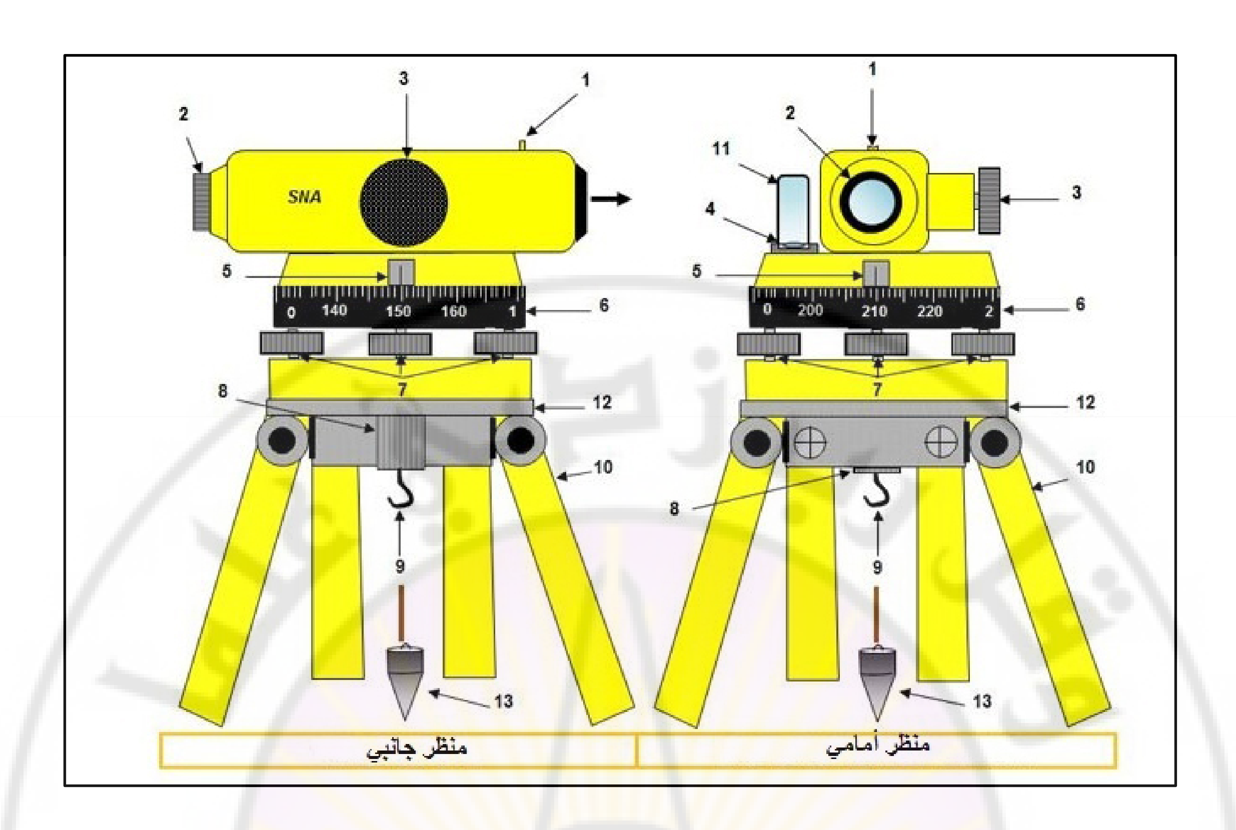
يتكون من ثلاثة أرجل ويمكن رفعه أو خفضه حسب الطول المطلوب.

تُصنف أجهزة النيفومتر من حيث الدقة إلى ثلاثة أصناف:

1- أجهزة دقيقة: تكون فيها فقاعة التسوية حساسة جداً، كما تكون قوة التكبير عالية، ويُستخدم ذا النوع من الأجهزة في أعمال المسح الجيوديزي والأعمال التي تتطلب دقة عالية.

2- أجهزة متوسطة الدقة: وهي أقل دقة من الصنف الأول، ويغلب استخدام هذا النوع في معظم المشاريع الهندسية.

3- أجهزة منخفضة الدقة: ويُصنع هذا النوع من الأجهزة خصيصاً لأغراض التسوية التقريبية ولحالات التسوية على مسافات قريبة.



الرقم	المصطلح
1	مسدد على القامة
2	ضبط العدسة العينية
3	ضبط حدة الصورة (توضيح الرؤية)
4	المسوية الدائرية
5	وضعية الصفر لقراءة الزوايا على الورنية
6	الورنية المدرجة بالغراد
7	قرص ضبط التعامد
8	تثبيت الجهاز على القاعدة
9	خطاف تثبيت خيط الشاقول
10	ثلاثي الأرجل
11	المرآة
12	قاعدة تثبيت الجهاز
13	خيط الشاقول

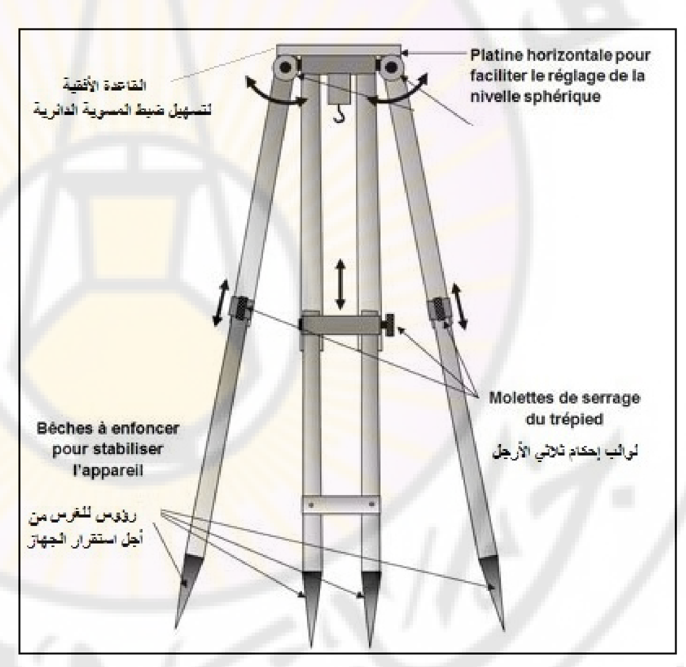
خطوات وضع جهاز النيفومتر:

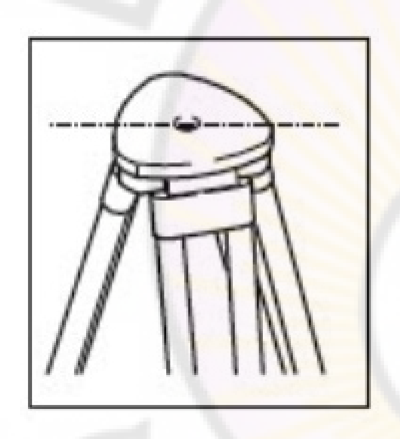
الخطوة الأولى:تثبيت ثلاثي الأرجل:

– فتح مفاصل الأرجل المنزلقة الثلاث ورفعها عمودياً على قدر ارتفاع الراصد وتثبيت المفاصل.

– ثم فتح ثلاثي الأرجل دون غرس الرؤوس السفلية في الأرضية مع مراعاة وضعية أفقية القاعدة العلوية التي يُثبت عليها الجهاز وإذا ما تعذر ذلك بسبب أرضية الأرض يُفتح لولب (مفصل) أحد الأرجل وتُصحح الوضعية بالانزلاق إلى الأسفل أو الأعلى لغاية الحصول على وضعية أفقية القاعدة وذلك بالعين المجردة فقط كما يمكن تكرار هذه العملية مع الرجل الثانية.

– غرس رؤوس ثلاثي الأرجل السفلية بالضغط على المشط الفلاذي لكل رجل بطريقة تسمح باستقراره وبالتالي تحضيره لعملية تثبيت الجهاز عليه.





الخطوة الثانية:تثبيت الجهاز على ثلاثي الأرجل:

يتم تثبيت جهاز التسوية (النيفومتر) على قاعدة ثلاثي الأرجل بواسطة مقبض التثبيت الموجود أسفل القاعدة. يجب إجراء ضبط أفقية الجهاز وجعله جاهز للعمل الميداني عن طريق توجيه الجهاز نحو النقاط المراد حساب منسوبها على الميرا (مسطرة التسوية) كما في الشكل التالي

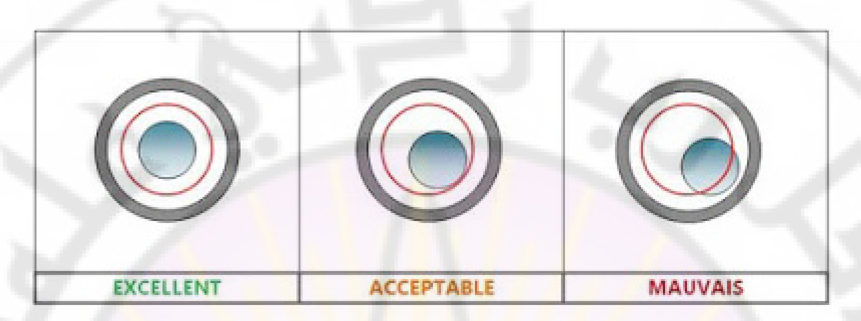
جهاز التسوية

يتم التوجيه نحو النقطة من خلال
التوجيه التقريبي من الفقاعة الأنبوبية



بعد وضع ثلاثي الأرجل بطول الشخص الراصد، يتم وضع القاعدة العليا لجهاز النيفومتر بطريقة أفقية ثم ربط الجهاز بالقاعدة لموازنة الفقاعة.

نقوم بتدوير البرغيين للداخل والخارج (بحيث يكون التليسكوب موازياً للبرغيين) حتى تتم موازنة الفقاعة الدائرية. حيث يتم تقريب الفقاعة إلى المنتصف ثم ندير الجهاز ليتعامد مع البرغيين وندير البرغي الثالث حتى يتم ضبط الفقاعة إلى مكانها.



ملاحظة: يُسمى هذا الضبط بالضبط المؤقت للجهاز حيث نقوم به في كل محطة من محطات القياس.



الحركة الثانية: هي تدوير الجهاز بشكل عمودي على البرغيين، وفي هذه الحالة يتم فقط تحريك البرغي الثالث للداخل والخارج لحين موازنة الفقاعة. كما في الشكل التالي.



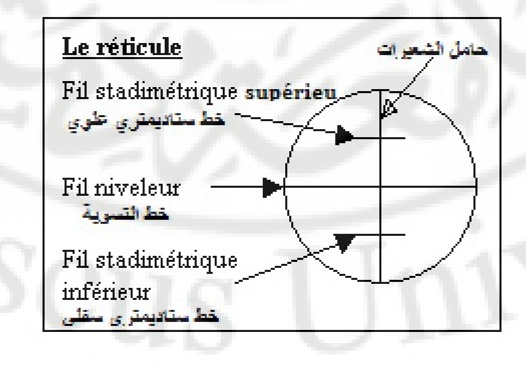
للتأكد من الموازنة الصحيحة يُدار الجهاز مرة أخرى إذا لم يكن متوازناً، ويتم تحريك البرغيين نحو الداخل والخارج مرة أخرى.

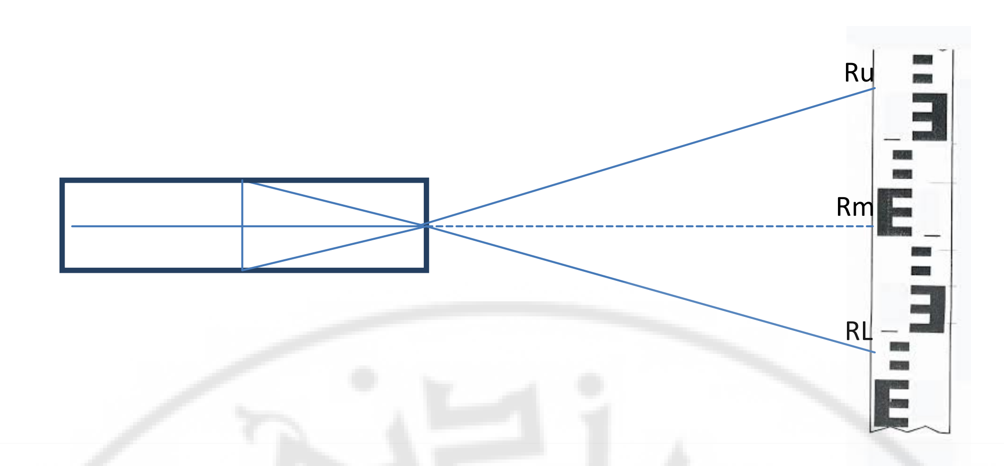
الخطوة الثالثة: ضبط شعيرات الخطوط الستاديمترية:

يتم التوجيه نحو الهدف من خلال الشعيرة الموجودة فوق التليسكوب التي توجد فيها الفقاعة الدائرية، ثم يتم النظر في العدسة العينية وتوضيح الرؤية من برغي العدسة الشيئية على جانب الجهاز، ثم توضيح الشعيرات من خلال برغي العدسة العينية إلى أن تصبح الصورة والشعيرات بوضوح تام.

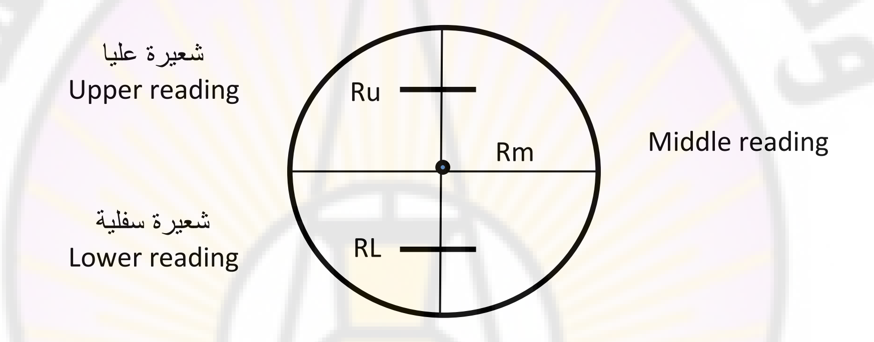
عند النظر في العدسة العينية للجهاز يُلاحظ أربعة خطوط ستاديمترية:

- حامل الشعيرات وهو عبارة عن خط ستاديمتري عمودي.
- خط ستاديمتري الأوسط ويُسمى خط التسوية.
- خطان ستاديمتريان علوي وسفلي





القراءة الأساسية هي القراءة (Rm) القراءة المتوسطة. عند النظر في العدسة العينية هناك شعيرة طولية تُسمى الشعيرة الشاقولية، وشعيرة أفقية. تقاطعهما هو (الشعيرة الوسطية).

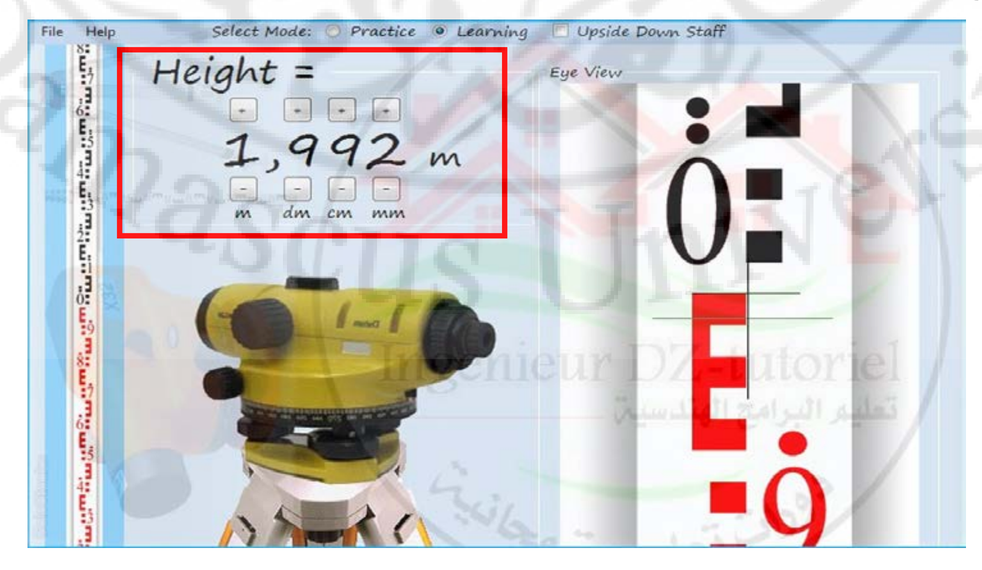


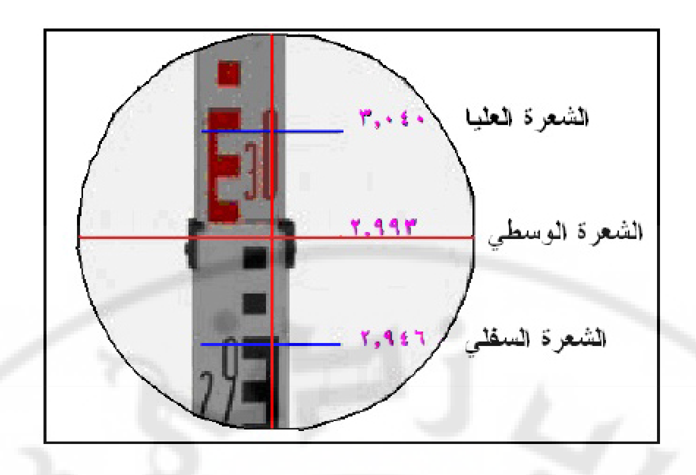
مثلاً: $Rm = 1.524$

$$Rm' = Ru + RL \,/\, 2$$

$$\overline{Rm} = Rm + Rm' \,/\, 2$$

ويوضح الشكل التالي طريقة قراءة القياس من على مسطرة التسوية.





ملاحظة:

- هناك أنواع عديدة من أجهزة التسوية منها البصري والرقمي.
- خطوات الضبط السابقة تُعتبر مبدأ أساسي لجميع الأجهزة مع اختلاف بسيط حسب نوع المصنع.

مصطلحات خاصة بالنيفومتر (الميزان):

1- مستوى خط المقارنة(Datum Line):

هو المستوى (الخط) الذي تنسب له مناسيب النقاط الموجودة على سطح الأرض ، وهو متوسط منسوب سطح البحر.

2-المنسوب الصافي (المختزل) لنقطة(Reduced Level):

هو ارتفاع النقطة عن مستوى المقارنة.

3- منسوب سطح الميزان:

هو المستوى الرأسي الوهمي الذي يحدده خط النظر لمقدار الارتفاع أو الانخفاض عن مستوى سطح المقارنة.

4- القراءة الخلفية (Back Sight):

هي أول قراءة تؤخذ بعد وضع الجهاز في أي موضع بحيث نرى أكبر عدد ممكن من النقط المطلوب إيجاد منسوبها.

5- القراءة الأمامية(Fore Sight):

هي آخر قراءة تؤخذ قبل عملية نقل الجهاز.

6- القراءة المتوسطة (Intermediate Sight):

هي أي قراءة تؤخذ سوى القراءة الخلفية والأمامية أو بينها.

7- نقطة الدوران(Turning Point):

هي النقطة التي ينقل بعدها الجهاز ويؤخذ عليها قراءتان قبل وبعد نقل الجهاز.

تُصنف أجهزة النيفومتر من حيث نوع تصميمها إلى ثلاثة أصناف:

أ- النيفومتر البصري:

يتكون جهاز الميزان البصري من: المنظار أو التليسكوب ويوجد على أحد طرفيه العدسة العينية وعلى الطرف الآخر العدسة الشيئية ومثبت أعلاه أداة التوجيه نحو الهدف، ومركب على جانبه مسمار توضيح الرؤية المسمى (مسمار التطبيق)، وله ثلاثة مسامير لضبط أفقية الجهاز.

1-نيفومتر طراز كوكcook's levels:

يعتمد تصميمها على إمكانية عكس المنظار. و قل استخدام هذا النوع في الوقت الحاضر بسبب ظهور الأحدث. ويتصل فيه محور المنظار الرأسي بالقاعدة بواسطة قرص يمكن أن يتحرك مما يجعله عرضة للخطأ.

2- نيفومتر طراز دمبىDumpy Levels:

من الأنواع الحديثة الشائعة الاستعمال حالياً، ويعتمد تصميمها على أن منظار الميزان غير قابل للعكس. كما يمتاز بأن أسطوانة المنظار تتصل معدنياً بالمحور الرأسي وعمودية عليه وهذا يجعلها لا تتأثر بكثرة استعمال الجهاز.

ب- النيفومتر المائي:

تتألف غالبيَّة الموازين من أنبوبة زجاجية مقوسة صغيرة، يوجد في وسط الأنبوبة علامة تُمثِّل أعلى نقاطها. وتحتوي الأنبوبة على كحول، أو سائل آخر وعلى فقاعة هواء وهو محفوظ داخل علبة معدنية حتى لا يتعرض لأي تأثيرات جوية والتي تؤثر تأثيرا بالغا على حساسية الفقاعة. وعندما يوضع الميزان بطوله على سطح مستوٍ تمامًا تستقر الفقاعة في مركز الأنبوبة. أما إذا كان السطح الذي يُسْتَقصى مائلاً، فإن الفقاعة ترتفع إلى النهاية العليا من الأنبوبة. وهو داخلي لضبط أفقية خط النظر بدقة وتوجد أحيانا في منظار جانبي بجوار العدسة العينية، ولبعض الموازين أنابيب إضافية توضع بزاوية قائمة على طول الميزان.

ج- النيفومتر الرقمي:

يتميز هذا الجهاز من إمكانية تسجيل القراءات في ذاكرة الجهاز (بدلاً من استعمال دفتر الجهاز)، ويوجد أيضاً لوحة مفاتيح على الجهاز لتسجيل أية بيانات متعلقة بالمشروع. ويستخدم هذا الجهاز ميرا من نوع خاص (bar-code staff) (ليست قامة مدرجة بالأرقام العادية) بحيث أن الجهاز يحدد تقاطع المستوى الأفقي مع هذه القامة بصورة الكترونية ومنها يحسب قيمة فرق الارتفاع بين الجهاز والميرا. وهناك أنواع من أجهزة النيفومتر الرقمي يمكنه الحفاظ على أفقية الجهاز (بعد ضبطه أول مرة)، فإذا مال الميزان يقوم جهاز الموازنة بإعادته مرة أخرى للوضع الأفقي السليم.



النيفومتر الالكتروني

د- جهاز النيفومترالليزري:

يعتمد الجهاز على مبدأ إطلاق أشعة الليزر في مستوى أفقي حتى تنعكس عند اصطدامها بميرا من نوع خاص وبالتالي يقوم جهاز مستقبل الليزر الذي يتحرك على الميرا بتحديد قراءة تدريج هذه النقطة الكترونياً، ويتم تسجيل القياسات آلياً داخل ذاكرة الجهاز. أي أن العمل بميزان الليزر لا يتطلب أي توجيه بصري نحو الميرا. وبالتالي فإن الراصد يتواجد مع الميرا وليس جهاز النيفومتر. تُستخدم في أعمال التشييد والبناء.



النيفومترالليزري

أنواع الميزانية:

1- الميزانية الطولية:

تجرى في الاتجاه و القطاع الطولي للمشروع لتعيين مناسيب النقط (طرق- مجارى المائية - قيعان الودية).

2-الميزانية العرضية:

تجرى في الاتجاه و القطاع العرضي للمشروع لتعيين مناسيب النقط (للترع - المصارف - الأنهار والأودية).

3-الميزانية الشبكية:

تجري في الاتجاهات الطولية والعرضية معاً لتحديد وإظهار شكل سطح المنطقة المرتفعة وعمل خريطة كنتورية لها، بمعلومية مناسيب النقط المنتشرة على هذا السطح.

الأخطاء و أسبابها وكيفية التخلص منها:

أولاً : الأخطاء الآلية

ثانياً : الأخطاء الشخصية

ثالثاً : الأخطاء الطبيعية

أولاً : الأخطاء الآلية:

لجهازالنيفومتر (الميزان) ثلاث محاور و لكل ميزان طريقة ضبط و شروط وضبط دائم لتعامد هذه المحاور وهو ما يجب عمله عند استخدام الجهاز لأول مرة أو إذا أسيء الاستعمال أو إذا شك الراصد في عدم صحة تركيب أجزائه.

1- تعامد محور ميزان التسوية على المحور الرأسي لدوران الجهاز:

الهدف هو رسم محور ميزان تسوية مستوى أفقياً مهماً دار المنظار حول محوره الر أسي وإلا سوف يميل محور الفقاعة عن منتصف مجراه كلما دار خط حول الآخر و نجرى ما يلي:

- نثبت أرجل الميزان ونجعل ميزان التسوية موازياً لأي مسمارين من مسامير التسوية ونضبط الفقاعة.

- ندير المنظار 180 ° حول المحور الر أسي، فإذا ظلت الفقاعة في منتصف مجراها كان التعامد صحيح، إما إذا انحرفت الفقاعة عن منتصف مجراها كان ذلك دليلاً على أن التعامد غير صحيح.

2- تعامد خط النظر على المحور الراسي لدوران الجهاز:

خط النظر: هو الخط الأمامي الواصل بين تقاطع الشعرات و مركز العدسة الشيئية.

المحور البصري: هو الخط الواصل بين مركزي العدستين الشيئية و العينية ويكون متعامد في الأصل. والغرض من الضبط أن يقع تقاطع الشعرات على المحور البصري و بالتالي يكون خط النظر أفقياً ويُسمى بخط الانطباق وفـي حالة عدم انطباق الخطان نتيجة لوقوع تقاطع الشعرات أعلى أو أسفل محور المنظاروينشأ على هذا الاختلاف الحصول على قراءات خاطئة على القامة ويتم الضبط على النحو التالي:

– نثبت وتدان ونضع جهاز الميزان في المنتصف بينهما.

– وبعد ضبط أفقيته نوجه المنظار إلى كلا القامتين فوق الوتد.

– نأخذ القراءات ونحسب الفرق بينهم حيث الخطأ متساوي في الحالتين لتوسط جهاز الميزان بين الوتديين.

–ننقل الجهاز قريباً بقدر الإمكان من أحد الوتدين ونأخذ القراءة لكلا القامتين ونحسب الفرق بين القراءتين.

–إذا كان الفرق بين القراءتين في الوضع الثاني = الفرق بين القراءتين في الوضع الأول كان خط النظر أفقياً.

–لتصحيح هذا الفرق يُخفض أو يُرفع حامل الشعرات بمسامير العلوي والسفل ي حتى يتساوى الفرق

– ونظراً لقرب الميزان للقامة الأولى عن الثانية يمكن اعتبار هذه القراءة ثابتة ويكون الخطأ كله في الثانية.

ثانياً: الأخطاء الشخصية:

هي أخطاء قد يقع فيها الراصد دون قصد من (استعمال الجهاز– القامة (الميرا) – رصد القراءات وطريقة تدوينها). ولتجنب هذه الأخطاء يُراعى ما يلي:

<u>1– بالنسبة للميزان:</u>

– تثبيت حامل الميزان جيداً في الأرض بقاعدة حديدية في نهاية الأرجل، خصوصاً في الأراضي الغير متماسكة أو الرخوة.

– ضبط أفقية ميزان التسوية ومراجعتها باستمرار لضمان توسط الفقاعة في منتصف مجراها قبل وبعد الرصد.

–ملاحظة تحريك المنظار بخفة و تجنب الضغط عليه أو الإمساك بالحامل أو الاستناد عليه حتى لا يميل الميزان فتبعد الفقاعة.

–تجنب جعل منظار الميزان مواجهاً للشمس وخاصةً إذا كان التعرض من جانب واحد حيث يقلل من حساسية الفقاعة وتمدد أجزاء من الميزان بغير تساوي و لذلك نستعين بمظلة أو بسحب غلاف للعدسة الشيئية لحمايتها من الأشعة المباشرة.

–البعد عن الميزان و القامة في نقط الدوران إذ يتوقف على (حالة العمل – وقدرة المنظار على الرؤية – تقسيم القامة)

–يجب ألا تزيد هذه المسافة عن 100 متر ليتمكن الراصد من قراءة القامة بكل وضوح ودقة.

2– بالنسبة للقامة (الميرا أو مسطرة التسوية):

1– يجب التعرف على طريقة تدريج القامة والتحقق من صحة طولها و أقسامها.

2– العناية أثناء فرد القامة المنزلقة أو التلسكوبية لضمان اتصال الأقسام.

3– ملاحظة وضع صفر تدريج القامة على الأرض.

4– ملاحظة وضع القامة بشكل رأسي تماماً إما (بخيط شاقول – ميزان تسوية متصل أو مستقل – التحرك إلى الأمام أو الخلف ببطىء)

5– الابتعاد عن وضع القامة في أرض رخوة وخاصة نقط الدوران ووضع قاعدة حديدية .

3– أخطاء القراءة:

–الخطأ في تقدير كسور السنتيمترات أو المليمترات خاصة في الميزانية الدقيقة.

–الخطأ في القراءة على الشعرة العليا أو السفلى بدلا من الشعرة الوسطى

–الخطأ الذي يقع في قراءة الأمتار أو في تدوين القراءة – المسافة في خانة غير خانتها الحقيقية.

ثالثاً: الأخطاء الطبيعية:

هي أخطاء لا دخل للراصد أو للأجهزة فيها ولكن يمكن تجنب تلك العوامل الطبيعية (حرارة – رياح – انعكاس)

1– الحرارة:

ارتفاع درجة حرارة الأرض يؤد ي لحدوث تيارات هوائية ساخنة صاعدة مما يجعل القامة تبدو وكأنها تهتز في الجزء القريب من سطح الأرض حيث تصعب القراءة ويمكن تجنبها بأخذ القراءة في الصباح الباكر أو أخذها في الجزء الأعلى من القامة بعيدا عن جزئها السفلى وذلك بوضع الميزان فوق مواضع مرتفعة.

2–الرياح:

هبوب الرياح يؤدي لاهتزاز الميزان وعدم ثبات القامة ويمكن تجنبها في وقت آخر أو في وقاية الميزان منها و أخذ القراءة في الجزء السفلى حيث يصعب بقاء الجزء العلوي ثابتاً في وضعه الرأسي

3- انكسار الأشعة:

عند مرورها في أوساط جوية مختلفة الكثافة ويكون خط الانطباق غير مستقيم لانحنائه إلى الأسفل نحو الأرض.

في المسافة الصغيرة : يكون الخطأ صغير اً جداً و نتفاداه بوضع الميزان في المنتصف بين المؤخرة والمقدمة.

في المسافة الكبيرة : يكون الخطأ تراكمياً ونتفاداه بالميزانية المتبادلة أو العكسية.

العقبات في الميزانية و كيفية معالجتها:

1- إجراء ميزانية على المنحدرات الشديدة:

صعوداً وهبوطاً على منحدر شديد نتجنب الأرصاد ذات المسافة القصيرة ونلتزم بوضع الميزان بعيداً و السير على خط منكسر حتى نوازن و تتساوى بين المقدمات والمؤخرات

2-إيجاد منسوب نقطة أعلى من منسوب سطح الميزان:

(سقف- كهف-كوبري) توضع القامة مقلوبة وصفرها في الأعلى و تدون في خانة المتوسطات بالسالب.

3- اعتراض سطح مائي لخط الميزانية:

(بحيرة - مستنقع - مجارى مائية - أنهار - ترع) يمكن اعتبارهم نقط دوران في حالة إذا كان عرض المسطح المائي كبير إذن لا يمكن رصد القامة على الجانب الآخر لعدم وضوح قراءتها و إذا كان سطح المياه ساكناً وهادئاً دون تموج في سطحه نحدد منسوب الماء بوضع كلا القامتين على طرفاه. ونأتي بمنسوب سطح الميزان الجديد و تستمر في إجراء الميزانية وهى غير دقيقة حيث لا بد من وجود اختلاف.

4- العقبات المرتفعة في طريق الميزانية:

(سور - باب) يمكن اعتبارهم نقط دوران ونأتي بمنسوب قمته:

-الجانب الأول ندق مسماراً بارزاً قرب أسفله ونقيس المسافة بين المسمار وقمة السور

- نضع القامة فوق المسمار ونعتبرها مقدمة لآخر وضع في الميزانية وبالتالي إيجاد منسوب قمة السور.

-ننتقل إلى الجانب الآخر وندق مسمار   آخر ونقيس بعد المسمار عن قمة السور وبالتالي منسوب المسمار.

– نضع القامة على المسمار ونعتبرها مؤخرة للوضع الجديد للميزان ويكمل العمل باعتباره نقطة دوران.

– في الوضع الأول: منسوب قمة السور = م.س.م – قراءة القامة + ارتفاع القامة

– في الوضع الثاني: منسوب سطح الميزان = منسوب قمة السور – ارتفاع السور+ قراءة المؤخرة



أنظمة القياس

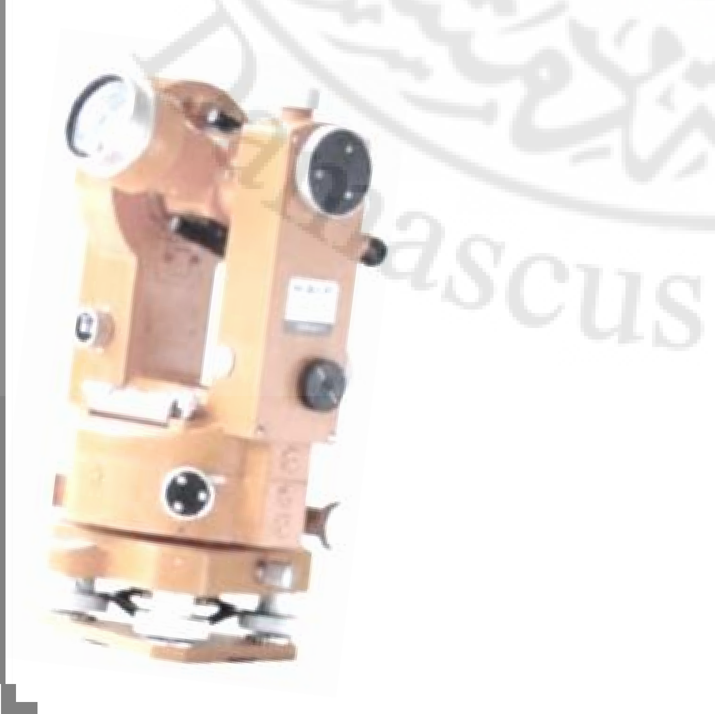
جغرافية / سنة رابعة

المحاضرة الخامسة

الأجهزة المساحية (3)

جهاز التيودوليت

د. يارا الويش





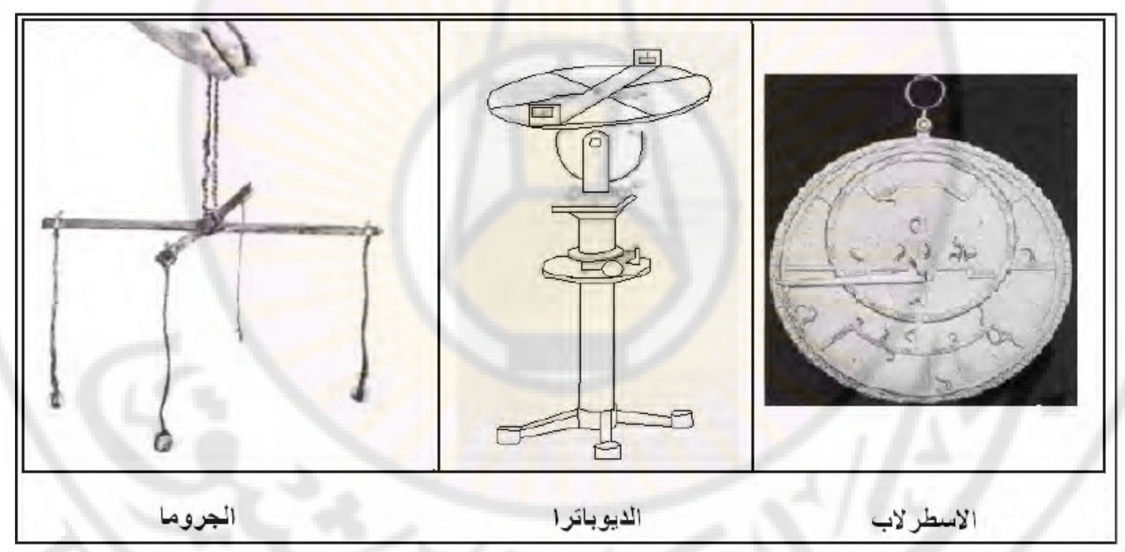
الأجهزة المساحية (3)

جهاز التيودوليت

د. يارا الويش

مقدمة:

تُعد قياسات الزوايا من أهم أنواع القياسات المساحية والتي عرفها الإنسان منذ آلاف السنين. يمكن اعتبار جهاز الغروما (Groma) هو أول جهاز بدائي ابتكره المصريين القدماء عام 1500 ق.م تقريباً لإنشاء الزوايا القائمة. واستمر العمل بهذا الجهاز لعدة قرون قبل أن يتم ابتكار جهاز الديوبترا (Dioptra) من قبل الرومان عام 150م. أما أول جهاز ملاحي حقيقي فقد كان الاسطرلاب الذي اخترعه علماء المسلمين في حوالي القرن الثامن الميلادي.



الشكل (1): أجهزة قياس الزوايا التاريخية

أما جهاز التيودوليت فقد ظهر عام 1571م في كتاب للعالم ليونارد ديجيس، ويتكون الجهاز من تدريج دائري أفقي مركب على عمود أفقي حيث كانت تُقاس الزوايا من خلال زوج من النظارات (أو الشعرات) مركبة على مسطرة دوارة. وفي عام 1631م اخترع العالم بيير فيرنر (Pierre Vernier) أول جهاز ورنية (vernier) وهي تدريج إضافي يُركب على التدريج الأصلي لزاوية التيودوليت بحيث يمكن قياس الزوايا بأجزاء من الدرجة. إلا أن أهم أنواع أجهزة التيودوليت المساحي الدقيق بدأت في الظهور تقريباً في العشرينات من القرن العشرين الميلادي على يد

السويسري هيرنيكوايلد وهو الاسم الشهير في عالم تصنيع التيودوليت (Wild) الذي ظل لعقود طويلة أشهر وأدق أنواع الأجهزة المساحية لقياس الزوايا (مثل جهاز تيودوليتWild T2).



الشكل (2): جهاز التيودوليت (Wild T2)

التيودوليت (المزواة القياسية):

هو جهاز بصري يُستخدم لقياس الزوايا الأفقية والرأسية، وقد يُستخدم لقياس المسافات. وهو عبارة عن منقلة أفقية دائرية مقسمة ومدرجة إلى 360° على هيئة قوس وفي مركزها يتحرك الأليداد حركة دائرية والمجموعة كلها مركبة على حامل.

أول صناعة جديدة للتيودوليت كانت في انكلترا في القرن السابع عشر بواسطة رام سدن ولا يزال أول جهازين تم استعمالهما موجودين في متحف العلوم بلندن وفي الجمعية الملكية.

يُعتبر التيودوليت أدق الأجهزة المستعملة في قياس الزوايا، سواء الزوايا الأفقية أو الزوايا الرأسية ولذلك فإنه يُستعمل في كافة العمليات المساحية التي تحتاج لدقة كبيرة في الأرصاد مثل الأرصاد الفلكية والشبكات المثلثية كما يستعمل في أعمال التخطيط والتوجيه الدقيقة.

تطورت أجهزة التيودوليت في السنوات الأخيرة تطوراً سريعاً فبعد أن كان التيودوليت ذوالورنية ثم التيودوليت ذو الميكرومتر ، والتيودوليت الضوئي، أصبح الآن التيودوليت الالكتروني الرقمي و التيودوليتالليزري، وأمكن جهاز التيودوليت من قياس الزوايا الأفقية والرأسية وكذلك المسافات الكترونياً.



الشكل (3): أنواع أجهزة التيودوليت الضوئي

أنواع أجهزة التيودوليت:

يُمكن تقسيم أجهزة التيودوليت المساحية إلى مجموعتين: الأجهزة البصرية والأجهزة الرقمية. حالياً التيودوليت الرقمي هو الأكثر انتشاراً في التطبيقات المساحية بصفة عامة. في الوقت الحالي قل الاعتماد على التيودوليت في الأعمال المساحية حيث أصبحت أجهزة المحطة الشاملة (Total Station) هي الأكثر انتشاراً واستخداماً في التطبيقات المساحية.

هناك أنواع خاصة من أجهزة التيودوليت مثل جهاز الجيرو- تيودوليت (Gyro-Thiodolite) المستخدم للقياسات تحت سطح الأرض (في المناجم والأنفاق).

1- التيودوليت البصري:

يتكون التيودوليت البصري (التقليدي) من عدد من الأجزاء الأساسية تشمل:

1- القاعدة: التي تجمع فوقها كل أجزاء الجهاز والتي بها ثلاثة مفاتيح لضبط أفقية ميزان التسوية (فقاعة الماء) المثبت عليها، بالإضافة لمنظار تسامت ضوئي لضمان وقوع محور الجهاز أعلى النقطة الأرضية.

2- الجزء السفلي: يحتوي الدائرة الأفقية لقياس الزوايا الأفقية ولها مفتاحين للحركة أحدهما للحركة الأفقية السريعة والآخر للحركة الأفقية البطيئة.

3- الجزء العلوي أو الأليداد: يحتوي الدائرة الرأسية لقياس الزوايا الرأسية بالإضافة لميزان تسوية (فقاعة) رأسي.

4- المنظار (التلسكوب) المجهز أيضاً بمفتاحين للحركة الرأسية (السريعة والبطيئة) بالإضافة لعدستين عينية (القريبة من عين الراصد) وشيئية (الموجه للهدف) ومعهما مفتاح لتوضيح الرؤية لكل عدسة.



الشكل (4): أجزاء التيودوليت البصري

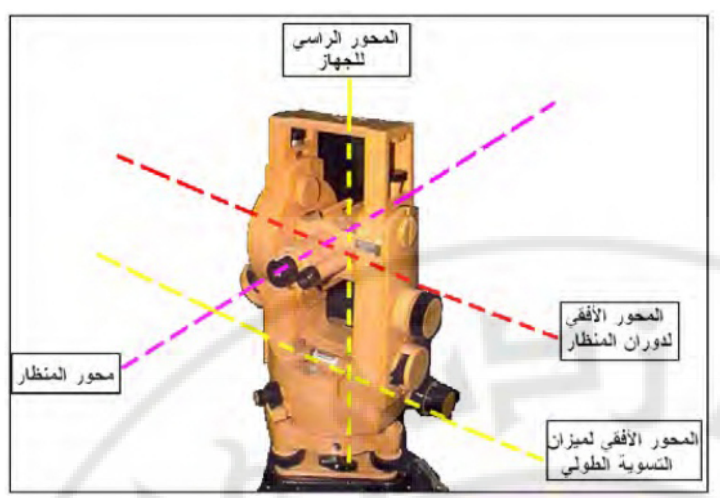
لجهاز التيودوليت أربع محاور تتكون من:

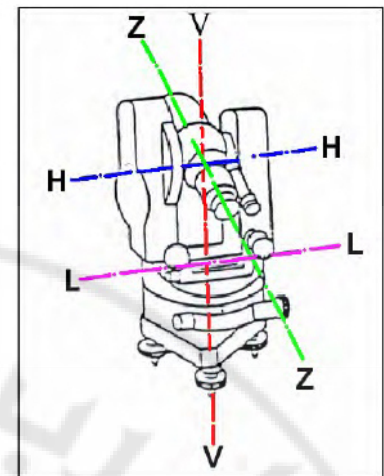
1- المحور الرأسي (v–v): يمر بمركز الدائرة الأفقية ويدور الجهاز حوله في مستوى أفقي.

2- المحور الأفقي (H–H): يمر بمركز الدائرة الرأسية ويدور الجهاز حوله في مستوى رأسي.

3- محور ميزان التسوية الطولي (L–L): الخط المستقيم المماس لميزان التسوية الطولي عند المنتصف.

4- محور خط النظر (Z–Z): الخط الواصل بين نقطة تقاطع حامل الشعيرات للعدسة العينية والمركز الضوئي للعدسة الشيئية.





الشكل (5): محاور التيودوليت

2- التيودوليتالرقمي:

التيودوليت الرقمي أو الإلكتروني هو تيودوليت عادي تم إضافة شاشة الكترونية له لتظهر عليها الزوايا المرصودة بدلاً من قرائتها يدوياً في التيودوليت العادي. يحتاج التيودوليت الرقمي لبطارية لتشغيله وبعض أنواعه تحتوي على كارت ذاكرة لتخزين القياسات ثم نقلها مباشرة للحاسب الآلي.



الشكل (6): التيودوليت الرقمي

يتميز التيودوليت الرقمي بسهولة تشغيله ورعته في إنجاز العمل المساحي إلا أنه أغلى سعراً من التيودوليت العادي.

شرح مفصل لأجزاء التيودوليت البصري:

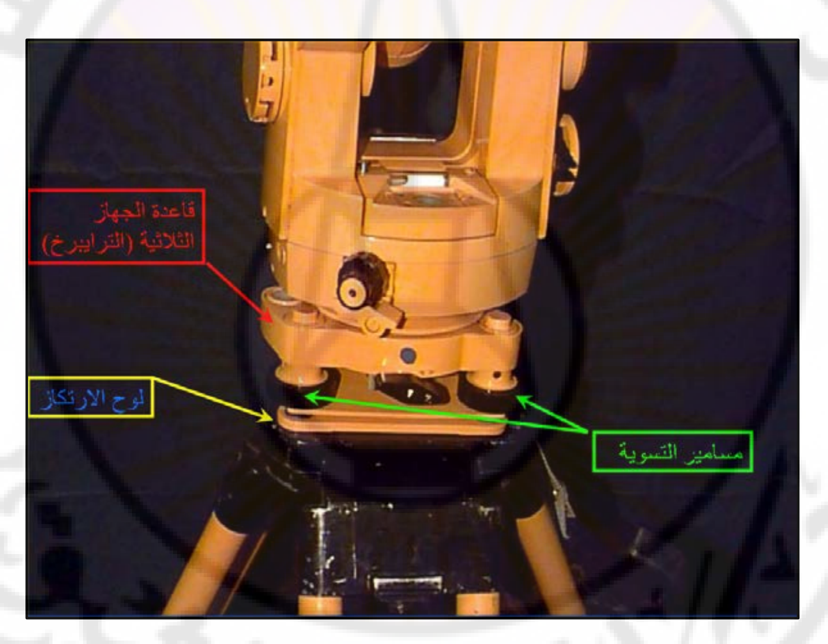
1- الجزء العلوي: ويُسمى (الأليداد) الذي يحمل المحور الأفقي والدائرة الرأسية والمنظار.

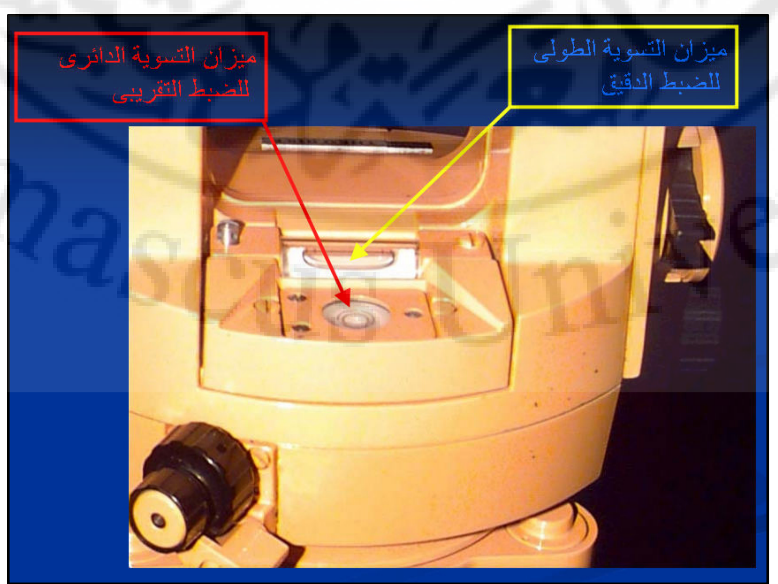
2- الجزء السفلي: ويشمل القاعدة وهو الجزء الثابت في الجهاز، ويحتوي على ثلاثة مسامير تسوية محصورة بين قرصين دائريين.

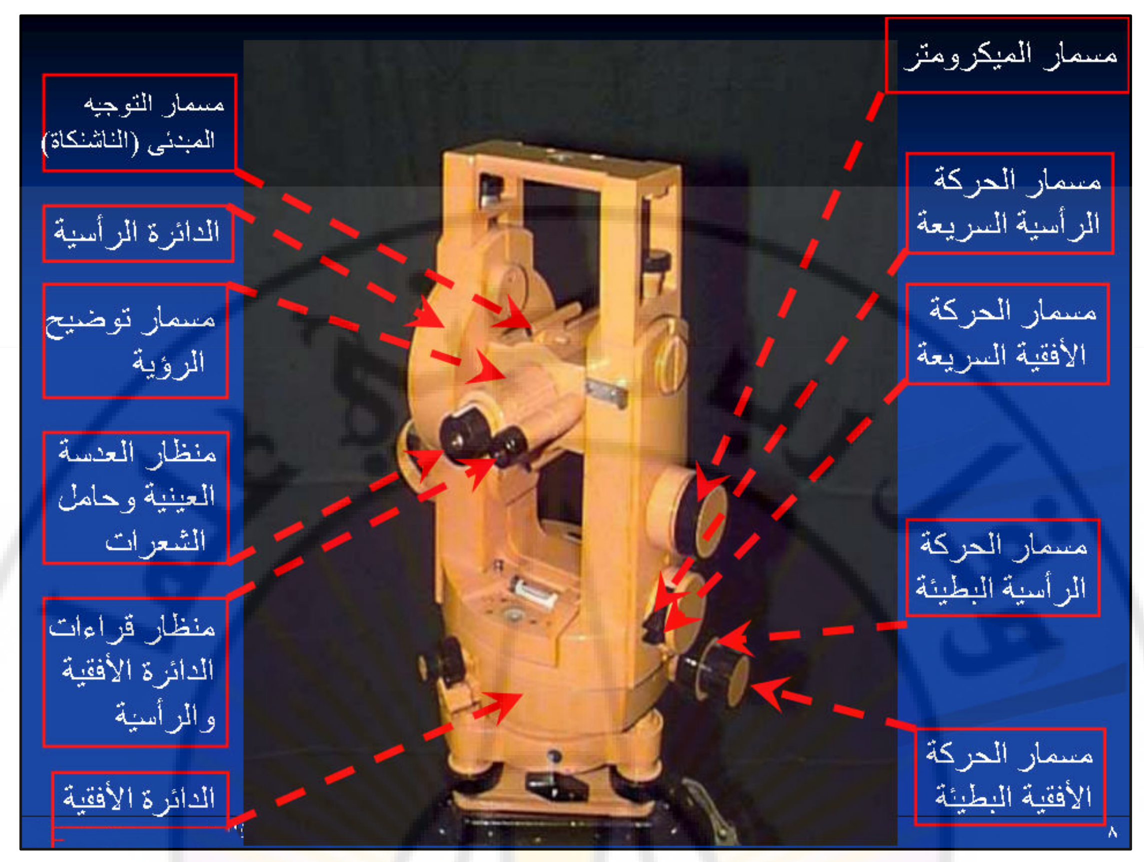
3- وبين الجزأين العلوي والسفلي توجد الدائرة الأفقية.

والأجزاء الثلاثة (العلوي والسفلي والدائرة الأفقية) حرة في الحركة حول المحور الر أسي وتتصل مع بعضها البعض بواسطة نوعين من مسامير الحركة وهي:

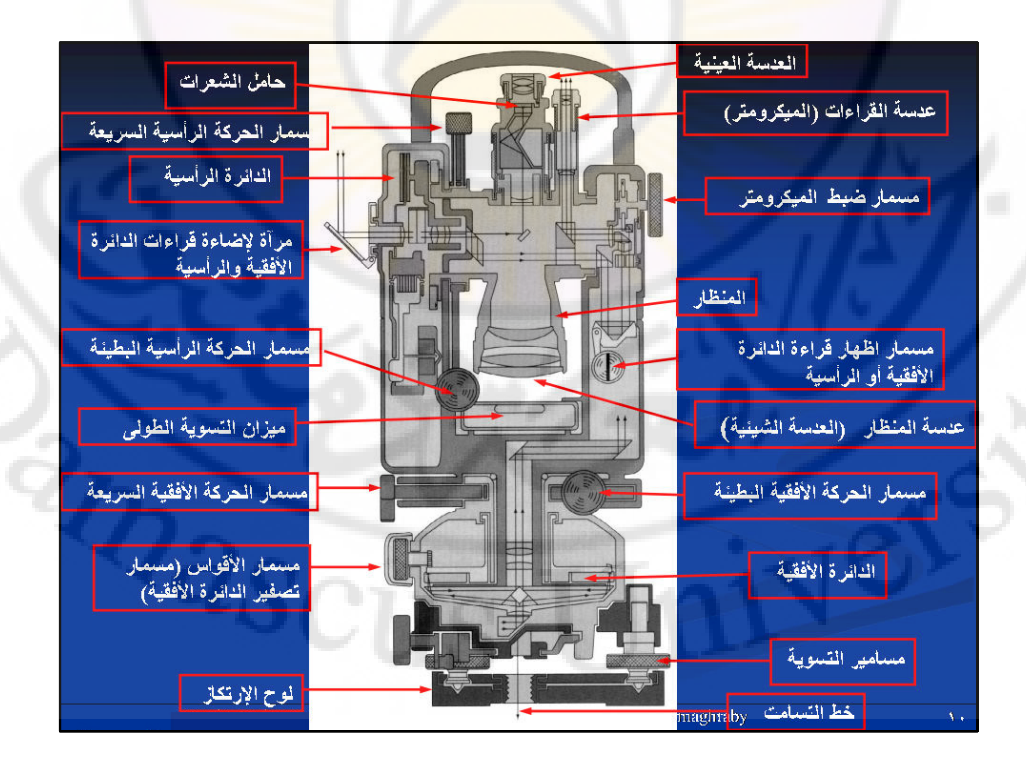
- مجموعة حركة تربط الجزء العلوي بالدائرة الأفقية أحدهم للحركة السريعة والأخرى للبطيئة.
- مجموعة تربط الدائرة الأفقية بالجزء السفلي أحدهم للحركة السريعة والأخر للبطيئة.







الشكل(5): أجزاء التيودوليت



أولاً : الجزء العلوي:

1- الجزء المتحرك على القاعدة (الأليداد):

يتحرك بشكل دائري أفقي، ويشمل على ساعدين بينهما فراغ يسمح بتثبيت وتحريك النظارة المساحية (المنظار). ويحمل أحد الساعدين قرصاً شاقولياً مدرجاً لقياس الزوايا الرأسية. ويوجد عند قاعدة الساعدين فقاعة أنبوبية حساسة لضبط أفقية الجهاز. كما يوجد على هذا الجزء المتحرك بزالات (عجلات) لتحريك الجهاز أفقياً ورأسياً بشكل سريع أو بطيء، والتحكم بمقدار الزاوية التي يتحرك فيها، وعدسات منشورية لقراءة مقادير الزوايا الأفقية والرأسية على القرصين الأفقي والرأسي.

هو عبارة عن حاملين رأسيين يحملان محور دوران المنظار وهذان الحاملان يثبتان على قاعدة دائرية يُثبت عليها علامتي القياس على احدى قطريها، يوجد أعلى هذه القاعدة ميزان تسوية أسطواني ويُثبت أسفلها مخروط يحدد محور دوران الأليداد ويُلاحظ الآتي:

- محور دوران المنظار عمودي على محور دوران الأليداد.
- محور دوران الأليداد عمودي على محور ميزان التسوية الأسطواني.
- محور دوران الأليداد عمودي على مركز دوران الدائرة الأفقية.

2- المنظار (النظارة المساحية):

تُثبت في أعلى الساعدين مع الجزء المتحرك من القرص الشاقولي فيمكن تحريك النظارة إلى الأعلى والأسفل، وبما أن الجزء المتحرك على القاعدة يتحرك بشكل أفقي دائري فإننا نستطيع توجيه النظارة إلى أي اتجاه نريده (يمين، يسار، أعلى، أسفل) وقراءة الزوايا الأفقية والرأسية المتشكلة بين أي اتجاهين.

تكون تدريجات القرص الأفقي 360° أو 400 غراد، وقد توجد تدريجات أنصاف الدرجات والغرادات. أما تدريجات القرص الشاقولي فتكون من (-90°) إلى ($+90^{\circ}$) إذا كان التدريج بالدرجات. أو من ($-$ 100 غراد) إلى ($+$ 100 غراد) إذا كان التدريج بالغراد، فتُعبر تدريجة الصفر في كلا النظامين عن الوضعية الأفقية للنظارة.

ويركب المنظار على محور طولي يسمى محور دوران المنظار ويجب ملاحظةالآتي:

- يجب أن يلف المنظار دورة كاملة حول محوره.
- يصنع خط النظر في المنظار أثناء لفه حول محوره الطولي مستوى عمودي على اتجاه محوره.

ويتكونالمنظارمنالآتي :

1-

عدسةشيئية:تعطيللهدفالمرصودصورةحقيقةمعتدلةأومقلوبةمصغرة،وتتكونعادةًمنمجموعةمنالعدساتال متقاربةوذلكلتفاديبعضالأخطاءالمصاحبةللعدسةالواحدة،

وتُغطىالعدسةالشيئيةبمادةخاصةلحمايتهامنالأتربةوتقللمننسبةعكسهاللضوء.

2-

حاملالشعرات:عبارةعنقرصصغيرمنالزجاجالشفافويُثبتعليهخطينمتعامدينومتناهيينفيالدقة،ويتمتثبيتهاعل ىالقرصالزجاجيإمابالحفرأوبواسطةالتصوير،

وحاملالشعراتلهأهميةكبيرةفيالمنظارالمساحيلأنهيحددخطالنظرالذينستعملهفيالتوجيهواستقبالصورةالهدفا لمرصود. وتختلفأشكالالخطوطالمبينةعلىالقرصالزجاجيحسبالغرضمناستعمالالمنظار.

ونقطةتقاطعالشعراتهيالنقطةالتيفيمنتصفالقرصوالناتجةمنتقاطعالشعرتينالأفقيةوالرأسية .

3-

العدسةالعينية:تتكونمنعدسةمركبةلتفاديبعضأخطاءالعدساتالمفردةوعادةتتكونذاتقطرصغيريتناسبمعفتح ةحدقةالعين،وتوضعالعدسةالعينيةمنحاملالشعراتعلىمسافةأقلمنبعدهاالبؤريلتتكونلهصورةتقديريةمعتدلة مكبرة .

4-

عدسةالتطبيق:هيعدسةمفرقةداخلالمنظاربينالعدسةالشيئيةوحاملالشعراتوتتصلهذهالعدسةبمسمارالتطب يقلتحريكهاحتىنحصلعلىالبعدالبؤريالمكافئلتطبيقصورةالهدفالمرصودعلىمستويحاملالشعرات.

ثانياً: الدائرة الأفقية:

تُصنع الدائرة الأفقية من الزجاج ويتم عمل تقسيم دقيق جداً لها ويمكن القياس عليها بدقة لأن أقطار الدوائر الأفقية قد لا تزيد عن عشرة سنتيمترات، وفي الإمكان قراءة جزء من عشر ة من الثانية عليها.

ثالثاً: القاعدة:

هي الجزء الثابت في الجهاز وهي مزودة ببزال لتثبيت الجهاز على ثلاثي الأرجل، وفوق القاعدة يوجد فقاعة دائرية للتأكد من أفقية الجهاز، وقرص مدور مدرج لقياس الزوايا الأفقية.

عبارة عن ثلاث مسامير للتسوية محصورة بين قرصين دائريين، القرص العلوي لتثبيت الأليداد والقرص السفلي فهو لتثبيت الجهاز على الحامل.

رابعاً: لوالب الحركة والتثبيت:

يوجد لولبان لتحريك الجهاز أفقياً على القاعدة. واحد للحركة السريعة والآخر للحركة البطيئة، كذلك يوجد لولبان لتحريك النظارة على القرص الشاقولي المدرج، بالإضافة إلى لوالب تثبيت الجهاز أو النظارة في الوضعية التي يريدها القائس، وتُستخدم عادةً بعد التسديد من القراءة، لضمان عدم تغير القياس.

الخصائص الأساسية للتيودوليت:

تعتمد صحة عمل التيودوليت على سلامة أجزائه، وصحة توضعها بعضها إلى بعض، كأن يكون محور دوران النظارة متعامداً مع المحور الشاقولي للجهاز، وأن يتوازن محور مؤشر القرص الشاقولي مع خط النظر أو التسديد للنظارة. وتعتمد دقة قياس الزوايا في التيودوليت على قرصيه الأفقي والشاقولي من حيث دقة التدريجات وعددها. وهذا يعتمد بدوره على قطر القرص المدرج، فكلما كان القرص أكبر أمكن تقسيمه إلى عدد أكبر من التقسيمات وأمكن قياس زوايا أصغر وأدق.

شروط ضبط التيودوليت:

تُقسم شروط ضبط التيودوليت إلى قسمين رئيسيين هما:

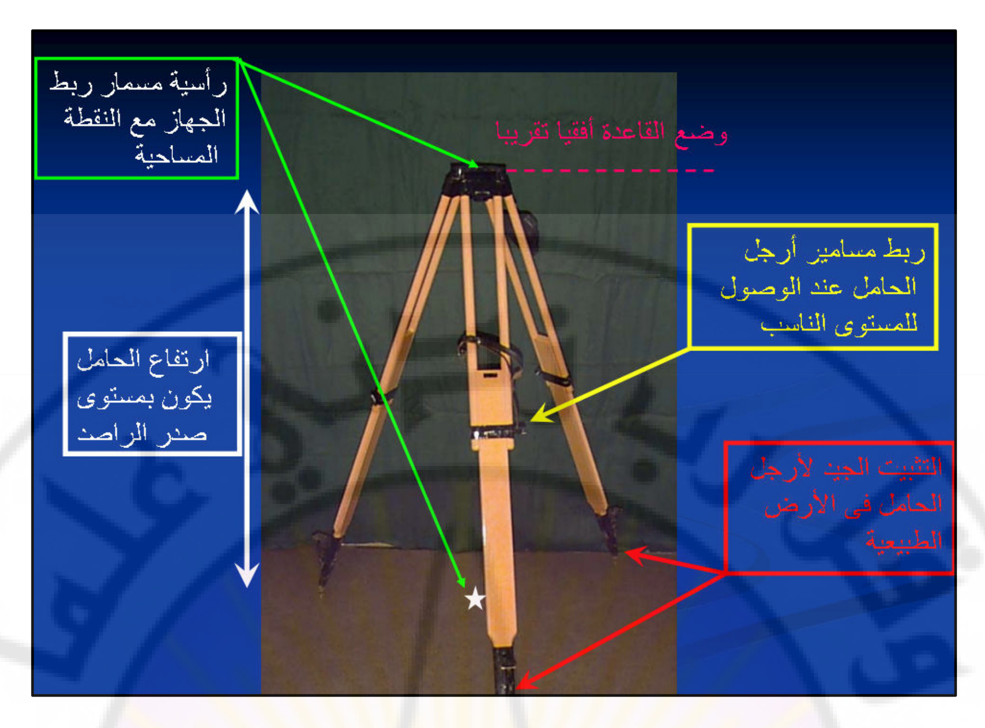
1- الضبط المؤقت:

هي شروط تجري كلما أُعد الجهاز للرصد والقياس سواء كانت زوايا أفقية أو ر أسية وتنتهي هذه الشروط برفع الجهاز من مكان الرصد، ويمكن تلخيص خطواتهاعلى النحو الآتي:

- التسامتcentering:

هو وضع الجهاز بحيث يكون مركزه أو امتداد محوره الر أسي فوق النقطة وتُسمى هذه العملية بالضبط الرأسي للجهاز. ولإجراء عملية التسامت نتبع الخطوات الآتية:

- مثلاً لدينا نقطة ولتكن قطعة معدنية أضعها على الأرض مكان النقطة المطلوب حساب الزاوية بينها وبين النقطة المقابلة لها، أو حساب المسافة بينها وبين النقطة المقابلة لها.
  نضع ثلاثي الأرجل على شكل مثلث متساوي الأضلاع فوق النقطة تماماً. ثم يتم ربط جهاز التيودوليتببزالة موجودة على الحامل ثلاثي الأرجل.
- ننظر في منظار التسامت (العدسة العينية) يوجد دائرة كبيرة وأخرى صغيرة ويجب أن يكون الهدف ضمن الدائرة الصغيرة، وإذا كانت الرؤية غير واضحة يتم توضيحها من خلال مسمار موجود فوق العدسة العينية .إذا كان المؤشر (Cross) غير منطبق على الهدف يتم تحريك ساقين من ثلاثي الأرجل. بحيث يضع الراصد قدمه على النقطة ويقوم بتحريك الساقين إلى اليمين أو اليسار حتى يُصبح ال (+) فوق النقطة تماماً.





تجرى عملية التسامت من خلال التوجيه من منظار التسامت الى النقطة المساحية

- <u>ضبط أفقية الجهاز</u>:

يتم ضبط أفقية الجهاز من خلال الفقاعة الدائرية وميزان التسوية الطولي.

ضبط الميزان الدائري:

نبدأ بالفقاعة الدائرية، إذا كان الخط في الفقاعة منزاح نحو اليمين نقوم بفتح مسمار الرجل اليمين لثلاثي الأرجل ويتم تحريكها حتى تُصبح الفقاعة في المنتصف، عندها نقوم بقفل مسمار الرجل. بينما إذا لم تتجه الفقاعة نحو المنتصف واتجه الخط قليلاً نحو اليسار نقوم بفتح مسمار

الرجل اليسار لثلاثي الأرجل وتحريكها حتى تُصبح الفقاعة في المنتصف ونقفل مسمار الرجل.(يكفي أن يكون ضبط الفقاعة 90%).









ضبط الميزان الطولي:

بالنسبة للميزان الطولي إذا كانت الفقاعة باتجاه اليمين نحرك مسامير التسوية لجهاز التيودوليت ونجعل ميزان التسوية الطولي موازياً للمسمارين، ويتم تحريك المسمارين معاً إما للداخل أو الخارج حتى تُصبح الفقاعة في المنتصف.

الخطوة الثانية نجعل ميزان التسوية الطولي عمودي على المسمارين وأُحرك المسمار الثالث نحو الداخل أو الخارج حتى تُصبح الفقاعة في المنتصف تماماً.







- <u>التطبيق</u>(focusing):

نوجه المنظار نحو هدف فاتح اللون أو إل ى ورقة بيضاء ونحرك العينية حتى يظهر حامل الشعرات بوضوح وفي هذه الحالة نجد صورة حامل الشعرات تقع عل ى قاع العين، نطبق صورة الهدف المتكونة من الشيئية على حامل الشعرات بواسطة مسمار التطبيق.

ننظر في منظار التسامت مرة أخرى إذا كان غير منطبق على الهدف يتم فك مسمار أحد الأرجل وتحريكها حتى ينطبق على الهدف.





ملخص لأعمال الضبط المؤقت:

1- مسامير التسوية مع منظار التسامت.

2- أرجل الحامل مع الفقاعة الدائرية.

3- مسامير التسوية مع ميزان التسوية الطولي.

4- قاعدة التيودوليت مع منظار التسامت.

2-شروط الضبط الدائم للتيودوليت:

للتيودوليت أربعة محاور رئيسية إما متوازية أو متعامدة مع بعضها البعض . ولكي يكون التيودوليت في حالة مضبوطة وسليمة دائمة يجب أن يُحقق التيودوليت الأوضاع الآتيةعلى الترتيب:

1. يجب تعامد المحور الرأسي (وهو محور خيط الشاقول المعلق في قاعدة التيودوليت) مع المحور الأفقي لميزان التسوية الطولي الموجود بين الحاملين الرأسيين للأليداد.
2. يجب تعامد خط النظر (محور خط الانطباق الخاص بالمنظار) مع محور دوران المنظار الأفقي.
3. يجب تعامد محور دوران المنظار الأفقي مع المحور الرأسي.
4. يجب أن يكون المحور الأفقي لصفر الدائرة الر أسية موازياً لمحور خط النظر عندما يكون أفقياً.

العيوب التي لايمكن ضبطها وتصحيحها:

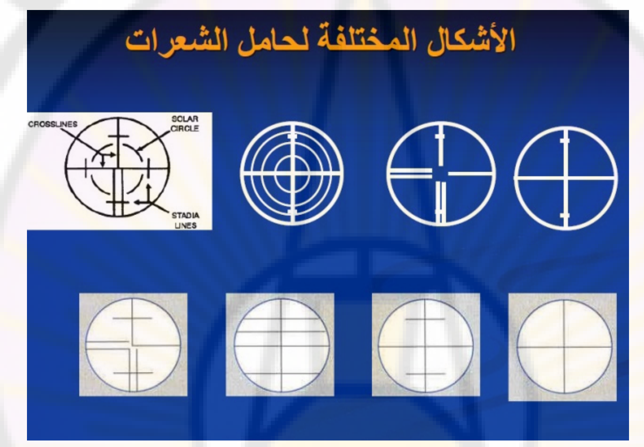
تنشأ غالباً من الصناعة ولا يتيسر تصحيحها إلا في المصنع ومن هذه العيوب:

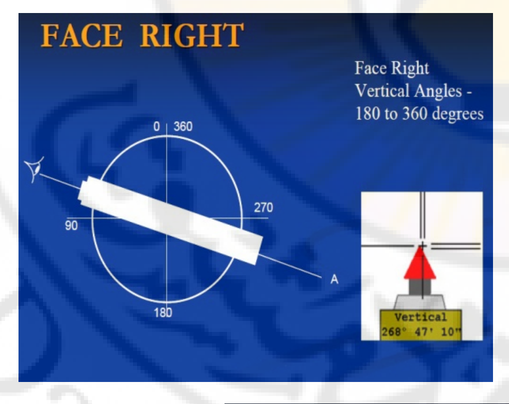
1. عدم ثبات أجزاء التيودوليت عند أجزاء الحركة أي عدم مرونتها.
2. عدم دوران الجهاز حركة دائرية تماماً بسبب عدم انتظام استدارة قطاع المحور الرأسي.

3. عدم تساوي التدريج على الدائرة الأفقية والرأسية.

الاحتياطيات الواجب أخذها عند الرصد بالتيودوليت لزيادة الدقة ولتلافي بعض الأخطاء الآلية هي كما يلي:

1. قياس الزوايا في الوضعيين المتيامنوالمتياسر وأخذ المعدل للنتيجتين.
2. أخذ الأرصاد على عدة أقواس حسب الدقة المطلوبة وذلك لتلاشي خطأ التقسيم على الحافة الأفقية.
3. تؤخذ الأرصاد من اليمين إلي اليسار والنصف الأخر من اليسار إلى اليمين وذلك لتلافي خطأ القياس نتيجة التواء الجهاز أو حامله نتيجة الحرارة.

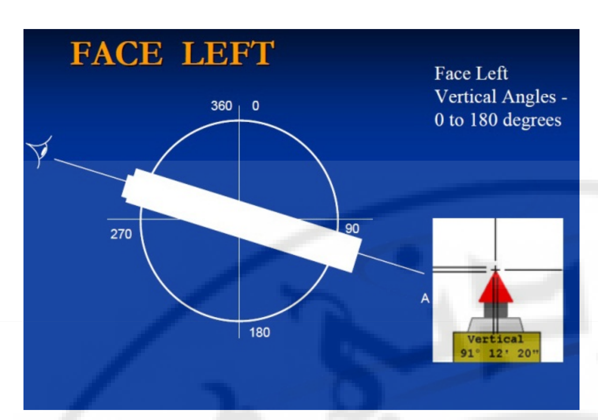





الوضع المتيامن للتيودوليت (الدائرة الرأسية يمين الراصد)



قراءة الدائرة الرأسية تكون فى حدود ٢٧٠ درجة
الزاوية الرأسية = القراءة الرأسية ± ٢٧٠







العمل المساحي باستخدام جهاز التيودوليت:

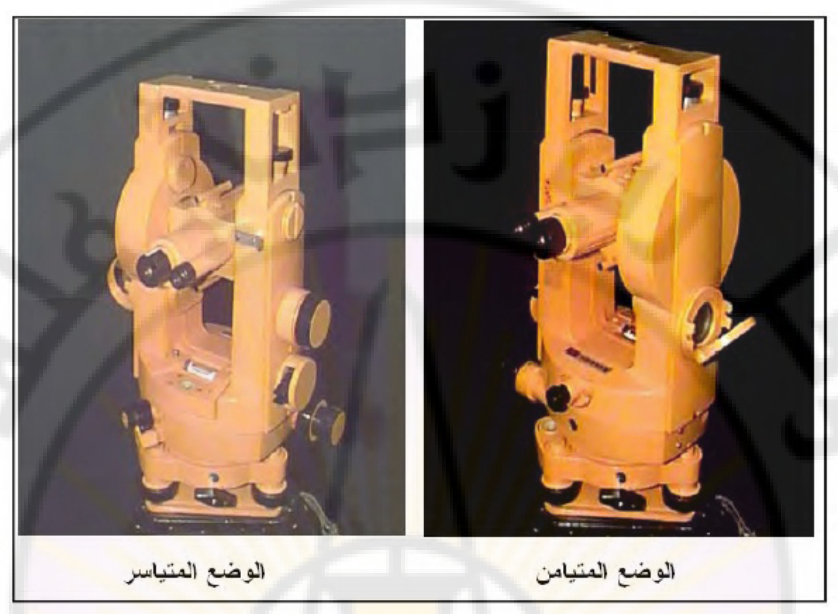
للحصول على دقة عالية في قياس الزوايا الأفقية باستخدام التيودوليت يتم قياس أو رصد كل زاوية في وضعين مختلفين للجهاز:

أ– الوضع المتيامن (Face Right): هو عندما تكون الدائرة الرأسية للتيودوليت على يمين الراصد.

ب– الوضع المتياسر (Face Left): هو عندما تكون الدائرة الرأسية للتيودوليت على يسار الراصد.

فإذا بدأنا بالوضع المتيامن فبعد قراءة الزاوية نقوم بلف الجهاز أفقياً 180 درجة، ثم لف المنظار رأسياً 90 درجة لنحصل على الوضع المتياسر ونقوم بإعادة التوجيه وقراءة الزاوية الأفقية مرة أخرى. الفرق بين كلا قراءتي الوضع المتيامنوالمتياسر هو 180 درجة إلا أنه ربما يوجد فرق

بسيط في الثواني والدقائق. تحد الإشارة على أنه للتغلب على تأثير الانكسار الضوئي على أرصاد التيودوليت فإن أفضل أوقات الرصد تكون في فترة الصباح الباكر وفترة ما قبل الغروب مع تجنب العمل في الفترة قبل وبعد الظهر مباشرةً حيث يحدث أكبر تأثير للانكسار في الغلاف الجوي.



الشكل (7): أوضاع الرصد بالتيودوليت

طريقة قياس الزوايا الأفقية:

لقياس زاوية أفقية أو عدة زوايا أفقية في نقطة معينة بشكل عام فالخطوات الأساسية التي يتم إجراؤها في كل الأحوال هي كما يلي:

1. نضع الجهاز فوق المحطة وتجري عمليتي التسامت والأفقية.
2. نضع الشواخص فوق الأوتاد التي سنرصد عليها، ويُراعى أن يكون الشاخص فوق النقطة تماماً، كما يجب أن تكون رأسية تماماً وعند الرصد يكون الرصد على أسفل نقطة ممكنة من الشاخص.

أما عن طرق قياس الزوايا الأفقية فتختلف الطرق تبعاً لدقة الرصد وتبعاً للغرض الذي من أجله وتبعاً للأجهزة والإمكانيات المتاحة والطرق المختلفة يمكن تلخيصها في الآتي:

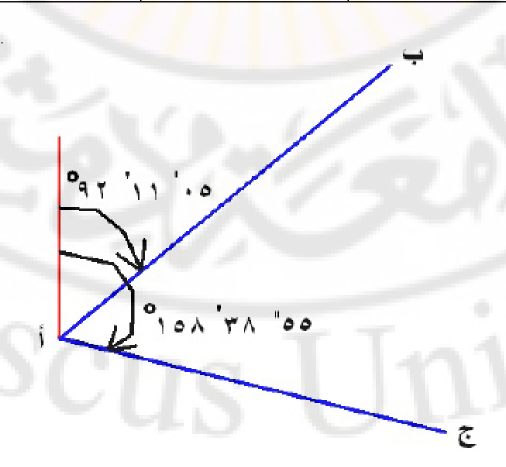
- أولاً : طريقة التكرار The Repetitions Method
- ثانياً : طريقة الاتجاهات Direction Method وفيها يتم قياس الزوايا بتوجيه المنظار على النقطة الأولى ثم تصفير الجهاز وبعدها نقوم برصد النقطة الثانية وقراءة الزاوية المحصورة بينهما وهكذا مهما كان عدد الزوايا.

ويتم الرصد للزاوية الواحدة بإتباع الخطوات الآتية:

1. نثبت اليتودوليت فوق المرصد وتجري عمليتي التسامت والأفقية.
2. نقوم بالتوجيه على الأهداف أسفل كعب الشاخص وتصفير الجهاز وذلك عندما يكون الجهاز متيامن.
3. بعد الانتهاء من رصد الهدف، ندير المنظار حول محوره الأفقي 180° ونلفه حول محوره الرأسي فتصبح الدائرة الراسية على يسار الراصد (الجهاز أصبح متياسر) ونسجل القراءات في خانة المتياسر الهدف المرصود وهنا نلاحظ أن القراءات التي حصلنا عليها في الوضع المتياسر هي نفسها في الوضع المتيامن تقريباً مضافاً إليها 180°.
4. نأخذ المتوسط ونستنتج قيمة الزوايا النهائية.

باختصار توجد عدة طرق لرصد الزوايا الأفقية بالتيودوليت مثل طريقة التكرار وطريقة الزوايا الأفقية وطريقة الاتجاهات. وتُعد طريقة الزوايا الفردية أسهل وأسرع طرق الرصد بالتيودوليت وهي تعتمد على قياس كل زاوية مفردة من خلال الوضعين المتيامنوالمتياسر للجهاز. يتم حساب متوسط كلا الوضعين (للدقائق والثواني فقط) لحساب قيمة الاتجاه لكل نقطة مرصودة، ثم نحسب قيمة الزاوية عن طريق طرح متوسط الاتجاهين. الجدول التالي يمثل أرصاد قياس الزاوية (أ ب ج).

النقطة المرصودة	الوضع المتيامن	الوضع المتياسر	المتوسط	الزاوية
ب	92° 11′ 00″	272° 11′ 10″	92° 11′ 05″	66° 27′ 50″
ج	158° 38′ 50″	338° 39′ 00″	158° 38′ 55″	



يوجد في كل جهاز تيودوليت طريقة معينة لكي يتم بدء قياس الزوايا من نقطة محددة على تدريج الدائرة الأفقية. مثلاً إذا أردنا أن نقيس زاوية بحيث نبدأ القياس (التوجيه على النقطة الأولى) عند صفر الدائرة الأفقية بالضبط. أو عند قيمة زاوية تساوي 90 دجة بالضبط.

تختلف طريقة الحصول على زاوية أفقية معينة من جهاز تيودوليت إلى آخر. فبعض الأجهزة خاصة القديمة منها يوجد فيها مسمار معين يُسمى تثبيت الدائرة الأفقية بينما الأجهزة الحديثة يوجد فيها زر يُسمى زر الصفر. في حالة مسمار تثبيت الدائرة (للأجهزة القديمة) فيقوم الراصد بتحريك التيودوليت أفقياً حتى يحصل على القراءة صفر في تدريج الدائرة الأفقية (أي أن قراءتها لن تتغير مهما تحرك التيودليت نفسه). ثم يقوم الراصد بالتوجيه على الهدف الأول (الضلع الأول أب من الزاوية المطلوب قياسها). وبعد ذلك يعيد المسمار لوضعه الأصلي (أي يكون قد حرر الدائرة الأفقية من وضعها الثابت إلى وضعها العادي). ثم يقوم الراصد بالتوجيه على الهدف الثاني (الضلع الثاني أج للزاوية المطلوبة). وقراءة الدائرة الأفقية وبذلك يحصل مباشرة على قيمة هذه الزاوية المرصودة. أما في أجهزة التيودوليت الحديثة فيوجد زر يقوم مباشرة عند الضغط عليه بجعل قراءة الدائر الأفقية تساوي الصفر.



أنظمة القياس

جغرافية / سنة رابعة

المحاضرة السادسة

نظام تحديد المواقع العالمي

(GlobalPositioningSystem (GPS))

والمحطة الشاملة (Total Station)

د. يارا الويش





المحاضرة السادسة

نظام تحديد المواقع العالمي (GPS)

والمحطة الشاملة (Total Station)

د. يارا الويش

مقدمة:

منذأنبدأالإنسانالبدائيفيالتجولوالترحالمحاولاًاكتشافأرجاءالكرةالأرضية،و هو يبحثعنوسيلةتساعدهفيإمكانيةتحديدموقعهمنجهة،وتحديداتجاهه،والىأينأخذهالتجوالمنجهةأخرى . فكانيعتمدعلىتعيينمساره ودربهبواسطةعلاماتمنأكوامصغيرةمنالحجارة،إلاّأن هذهالوسيلةيمكنأنتنجحفينطاقصغير ،إضافةإلىأنهيمكنأنتُزالحينمايتساقطالجليدأوتهطلالأمطار .

وازدادتالمشكلةسوءً

حينمابدأالإنسانفياكتشافالمحيطات ،حيثأنه لايوجدمكانلوضعالعلاماتالحجرية،ولاعلاماتأرضيةيسترشدبها ،وكانتالنجوم هيوسيلتهالوحيدةالتييعتمدعليها ،إضافةإلىاختلافدرجةوضوحهامنموقعإلىآخر ،ومنثمفإنالطريقةالوحيدةللاستفادةمنها هواستحداثطرقدقيقةللقياس ،وبالطبعفإنأجراءمثل هذهالقياساتلايتمإلاّفيالليل ،وفياللياليالصافيةالخاليةمنالسحبفقط،وباستخدامأدقأجهزةالقياس ،وعلىالرغممنذلكفإن هذهالأجهزةتعطينتائجتقريبيةبفارققديصلإلىالميلبالزيادةأوالنقصان.

أُنشئ نظام (GPS) أثناء الحرب الباردة لأغراض عسكرية بحتة وذلك لتوفير نظام ملاحي للجيش الأمريكي وحلفائه لمساعدة الطائرات والقطع البحرية للوصول لأهدافها في مختلف الأحوال الجوي.وقد كانت الأجهزة الأولى أضخم مما يمكن لجندي المشاة حمله بالسهولة اللازمة وفيما بعد تم تطوير النظام للاستخدام في الأسلحة الموجهة.

في هذه الأثناء توسعت التطبيقات المدنية بشكل كبير حتى أصبح لاغنى عن النظام في الحياة اليومية للمدنيين حول العالم. ويصعب تخيل عمل أنظمة مثل بطاقات الائتمان وأنظمة الصراف الآلي وكثير من شبكات الاتصال بدون وجود نظام (GPS). حيث يُستخدم النظام في ضبط تزامن الأجزاء المختلفة من هذه الأنظمة مع بعضها. ومن الجدير بالذكر أن استخدام النظام لضبط التزامن أهم من استخداماته المكانية الأخرى على غير المتعارف عليه عادة. وهو السبب الأساسي الذي دعى الاتحاد الأوروبي للشروع في نظام غاليليو لتقليل الاعتماد على النظام الأمريكي العسكري. وهو ما رد عليه الأمريكيون بخطة تحديث النظام المشهورة سنة 1998.

أهمية تحديد الموقع:

1- تعتمد 80% من القرارات بشكل مباشر أو غير مباشر على تحديد الموقع، كموقع المنزل أو المدرسة أو المشفى أو أقرب دورية....

2- يُساهم تحديد الموقع بدقة في الوصول إليه بسرعة وإنقاذ حياة الأشخاص وتقليل الأضرار المادية.

طُرق تحديد الموقع:

1- يتم تحديد أي نقطة على سطح الأرض عن طريق الحصول على الإحداثيات (X,Y,Z)

2- من الطرق المستعملة لذلك المساحة الأرضية والأقمار الصناعية (GPS).

3- يمكن تحديد الموقع بالعنوان مثلاً الجزيرة (11) في الحي العاشر، ولفهم هذا العنوان بواسطة الحاسب لا بد من تحويله إلى إحداثيات ويتم ذلك باستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS).

أنواع الأقمار الصناعية:

1- أقمار للاتصالات (communication)

2- أقمار لدراسة المناخ (Meteorology)

3- أقمار لتحديد الموقع (GPS)

4- أقمار للتجسس (SPY)

5- أقمار لمراقبة الأرض (Land Observation).

الأقمار الصناعية لتحديد الموقع:

1- أقمار أميركية GPS: وهي أكثر الأقمار استعمالاً لتوفر معلومات وأجهزة عنها.

2- أقمار روسية Glonass

3- أقمار أوربية Galileo

النظام العالمي لتحديد المواقع Global Positioning System (GPS):

نظام التموضع العالمي (Global Positioning System)ويُرمز له (GPS) هو نظام ملاحةعبر الأقمار الصناعيةيقوم بتوفير معلومات عن الموقع والوقت في جميع الأحوال الجوية في أي مكان على أو بالقرب من الأرض.

النظام العالمي لتحديد المواقع هو عبارة عن مجموعة من الأقمار الصناعية أطلقتها وزارة الدفاع الأميركية عام (1978) لتحديد المواقع، وأصبحت ذات استخدام واسع منذ عام 1993 وزادت دقتها بعد عام 2000بعد فك التشفير.

جهاز G.P.S هو من الأجهزة التي ظهرت حديثاً ويُعتبر من أهم تطورات علم المساحة المستخدم وهناك أنواع كثيرة من هذا الجهاز منها على سبيل المثال : LEICA , TRIMBLE , TOPCON ، SOKKIAوغيرها من الماركات الاخرى.

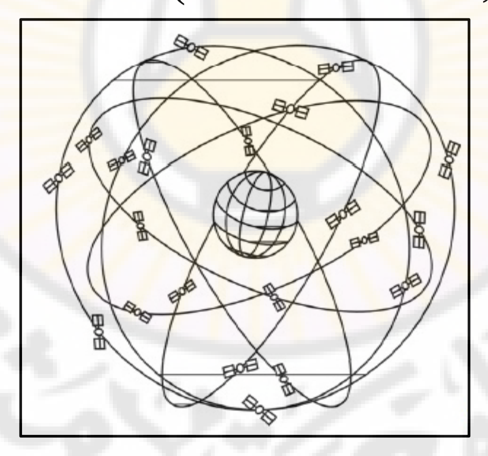
يوفر النظام قدرات مهمة للمستخدمين العسكريين والمدنيين والتجاريين في جميع أنحاء العالم.
أنشأت حكومة الولايات المتحدة النظام وهي التي تحافظ عليه وجعلت الوصول له مجاني لأي شخص لديه جهاز استقبال GPS

مكونات النظام العالمي لتحديد المواقع:

1- الأقمار الصناعية Space Segment
2- محطات التحكم Control Segment
3- أجهزة المستخدم User Segment

أولاً: الأقمار الصناعية (SpaceSegment):

هي (27) قمراً على ارتفاع (20000كم) فوق سطح البحر موزعة على ستة مدارات (كل مدار يبعد 60 درجة طولية وتمر بزاوية ميلان 55 درجة على خط الاستواء. يحتوي كل قمر على جهاز إرسال وجهاز استقبال وساعة زمنية دقيقة لقياس الزمن وخلايا شمسية ومجموعة من أجهزة التحكم الأخرى. وترسل الأقمار الصناعية ذبذبات تحمل معلومات عن تحديد الموقع.
(L1:1575.42 MHz, L2:1227.60 MHz)



ثانياً: محطات التحكم (Control Segment):

هي عبارة عن محطة تحكم رئيسية في الولايات المتحدة الأميركية (Colorado) ومجموعة من محطات المراقبة حول العالم مهمتها تتبع حالة الأقمار الصناعية (الخلايا الشمسية، الارتفاع، صلاحية القمر) وصيانتها.
من خلال محطات التحكم يمكن حجب الأقمار الصناعية أو تقليل دقتها عن بعض المناطق وفي بعض الأوقات كما حصل في كثير من الحروب.

ثالثاً: أجهزة المستخدم (User Segment):

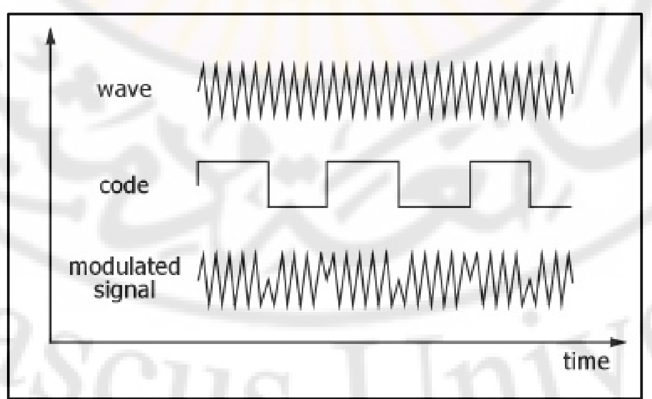
هي عبارة عن أجهزة الاستقبال (Receivers) التي تُستخدم لتحديد الموقع. وتعتمد دقة الجهاز على نوعيته (Geodetic, Handheld). أيضاً تختلف سعر أجهزة الاستقبال على حسب دقتها ونوعيتها.



الشكل(1): جهاز تحديد الموقع (GPS)

تحديد الموقع بواسطة الأقمار الصناعية:

يتم تحديد الموقع بواسطة حساب المسافة بين القمر الصناعي وجهاز الاستقبال وذلك عن طريق قياس الزمن الذي تعبر فيه الإشارة من القمر الصناعي إلى جهاز الاستقبال (المسافة = السرعة x الزمن)، سرعة الإشارة = سرعة الضوء (300000 كم في الثانية أو 186000 ميل في الثانية).



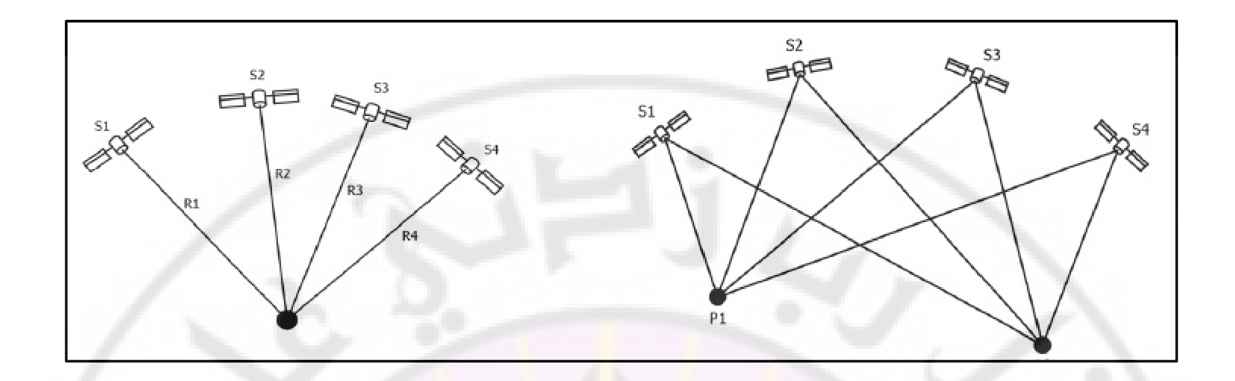
طرق تحديد الموقع بواسطة الأقمار الصناعية:

1- من نقطة واحدة:

لتحديد الموقع الثلاثي (X, Y, Z) لا بد من مراقبة أربع أقمار صناعية في جهاز الاستقبال.

2- من نقطتين:

لتحديد الموقع بدقة عالية عادةً ما يكون جهاز استقبال متحرك وجهاز آخر ثابت أو محطة ثابتة.



في هذه الحالة يقوم الجهاز أو المحطة الثابتة بحساب الموقع وتصحيح الأخطاء الناتجة من عوامل الطقس وإرسال قيمة الأخطاء إلى الجهاز المتحرك لمعالجة الأخطاء في قراءة الاحداثيات.

تدعيم نظام (GPS):

في كثير من الأحيان يصعب استخدام (GPS) وخاصةً وسط المدينة حيث المباني المرتفعة. في هذه الحالة يمكن تدعيم النظام من خلال:

أ- استخدام البوصلة أو (Gyroscope) لقياس الاتجاهات واستخدام (Odometer) لقياس المسافة والسرعة ثم حساب الاحداثيات.

ب- استخدام شبكة (Mobile Network).

العوامل المؤثرة في دقة النظام العالمي لتحديد المواقع:

1- عوامل الطقس: تتأثر الإشارات المرسلة من الأقمار الصناعية بعوامل الطقس (درجة الحرارة، الوقت (صباحاً، مساءً)، الفصل السنوي).

2- دقة الشفرات المرسلة من الأقمار الصناعية (دقة الساعة وعدد وموقع الأقمار الصناعية).

3- الانعكاسات المتكررة من الأجسام العالية (الأبنية، الأشجار، الجروف،....)

4- حجب الإشارات بواسطة الأبنية العالية والأشجار (يُفضل أن تكون منطقة القراءة كاشفة بزاوية حوالي 20 درجة مع الخط الرأسي).

5- الأخطاء والعيوب التي ربما تكون في جهاز الاستقبال.

فكرة عمل جهاز (GPS):

يتكوننظام تحديد الموقع من 24 قمر صناعي تحوم حول الأرض على ارتفاع 20200 كيلومتر. يقوم قمر صناعييبث إشارة تحمل موقعه أي موقع القمر الصناعي كما تحمل توقيت أو لحظة بثالإشارة بدقة عالية مرجعها إلى ساعة ذريةبالغة الدقة. يقوم جهاز الاستقبال باستقبال الإشارات القادمة من القمر الصناعي، وعن طريق مقارنة توقيت وصول الإشارة وتوقيت بثها يمكن للجهاز معرفة زمن انتقال الإشارة وبالتالي حساب المسافة بين القمر الصناعي وجهاز الاستقبال، وباستقبال ثلاث إشارات من ثلاث أقمار مختلفة فإن نقطة تقاطعهم تحدد موقع جهاز الاستقبال. وبزيادة عدد الأقمار المرصودة يمكن لجهاز الاستقبال تصحيح بعض الأخطاء المرتبطة بطريقة الحساب وبالتالي زيادة دقتها .

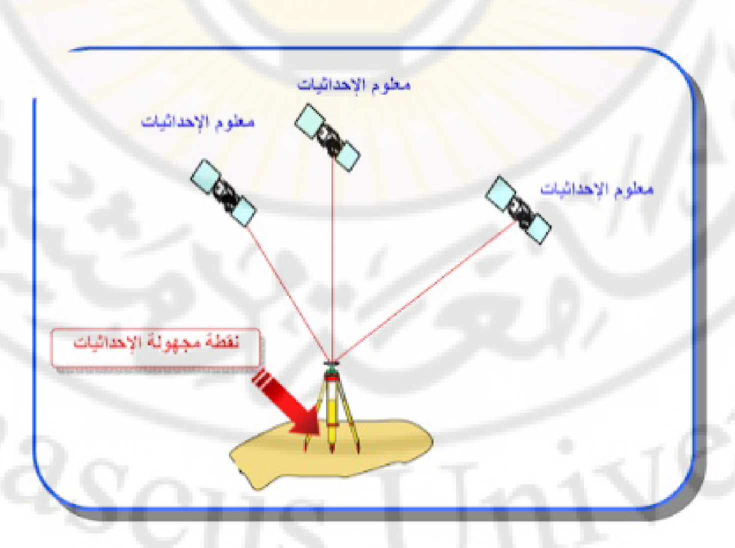
يعتمد (GPS) في عمله على ثلاثة مبادئ رئيسية هي:

1- مبدأ التقاطع العكسي Resection

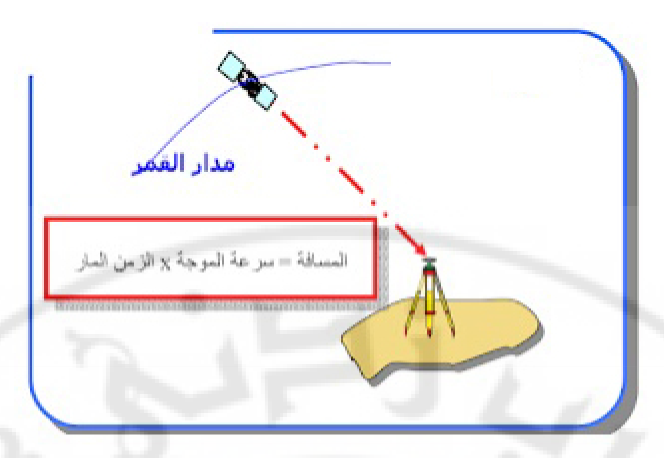
2- مبدأ قياس المسافة بين القمر وجهاز الاستقبال

3 - مبدأ التصحيح النسبي للأرصاد لزيادة الاحداثيات الناتجة

أولاً: مبدأ التقاطع العكسي: ويُستعمل في حالة معرفة احداثيات ثلاثة نقاط أو اكثر فمن الممكن حساب احداثيات أي نقطة مجهولة وذلك بالوقوف عليها وقياس المسافات إلى تلك النقاط فالنقاط المعلومة هنا هي الأقمار الصناعية والنقطة المجهولة هي المطلوب ايجاد احداثياتها.

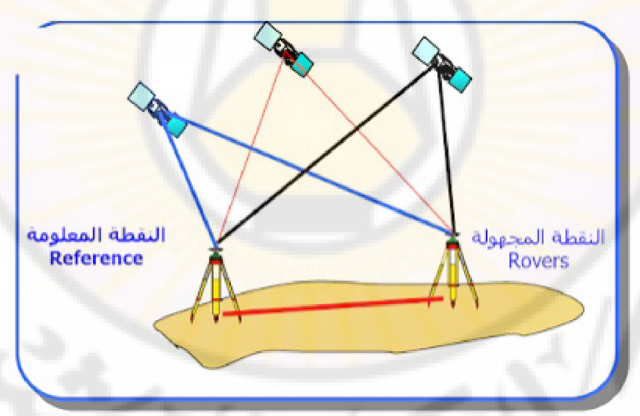


ثانياً: مبدأ قياس المسافة بين القمر وجهاز الاستقبال: يُستخدم لقياس المسافة بين القمر وجهاز الاستقبال . يجب قياس الزمن الذي تستغرقه الموجه الكهرومغناطسية من القمر الصناعيإلى المستقبل في الأرض وبمعرفة سرعة الموجة الكهرومغناطسية والزمن يمكننا حساب المسافة : المسافة = السرعة * الزمن



ثالثاً: مبدأ التصحيح النسبي للأرصاد لزياد دقة الاحداثيات الناتجة:

يُستعمل في المساحة طريقة خاصة لمعالجة الأرصاد للحصول على دقة عالية جداً تُسمى هذه الطريقة التصحيح النسبي للأرصاد. وتعتمد هذه الطريقة على عمل جهازين في نفس الوقت ويوضع الأول في نقطة ثابتة معلومة الاحداثيات ويوضع الثاني في نقطة أخرى مجهولة الاحداثيات. بحيث يستقبل الجهازين الاشارة القمر في نفس الوقت. ويتم حساب احداثيات النقطة المجهولة منسوبة لإحداثيات النقطة المعلومة .يُسمى هذا النظام بالنظام النسبي أو النظام التفاضلي



الاجزاء الرئيسية لجهاز GPS:

برغم من وجود أنواع كثيرة من الأجهزةإلاأن الأجزاء الرئيسية لجهاز واحدة وان اختلفت اسم الشركة المصنعة له وأهم هذه الأجزاء هي :

الهوائي (Antenna)، المستقبل (Receiver)، لوحة المفاتيح (Keyboard)، البرنامج الحسابي (Program).

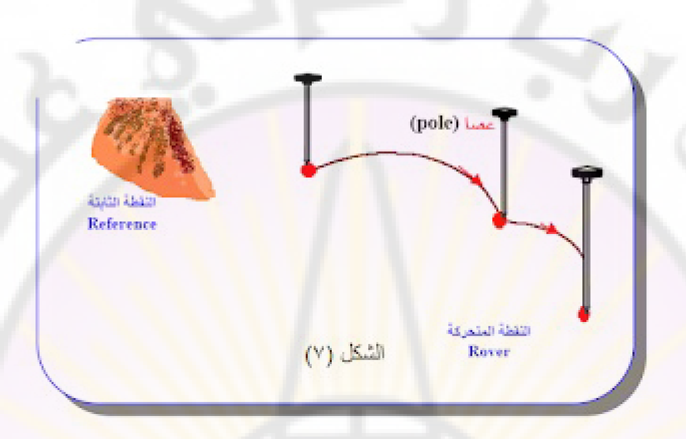
طرق الرصد :

1- الرصد الثابت (Static):

في هذه الطريقة يتم وضع هوائي الاستقبال فوق النقاط المراد رصدها دون تحريك الجهاز لفترة زمنية معينة (عدة ساعات)وتختلف باختلاف المسافة بين وحدة الرصد المرجعية والنقاط المراد رصدها.

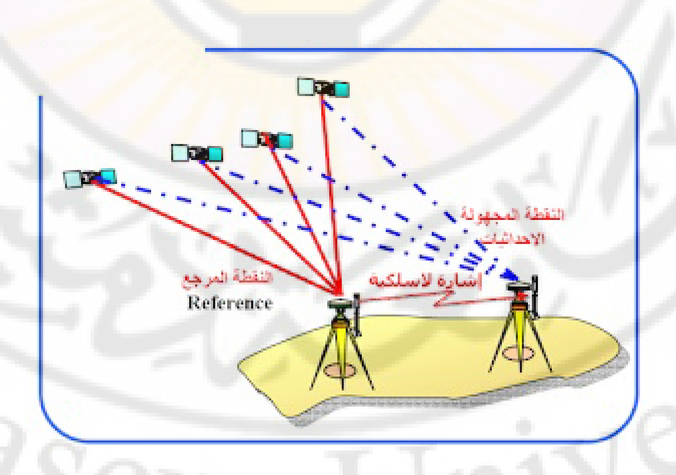
2- الطريقة الثبات والحركة :

فيها يحتل الراصد النقطة المجهولة وتشغيل الجهاز في فترة زمنية تتراوح بين 8- 20 دقيقة ويختلف باختلاف المسافة من الجهاز المرجعي.



3- الرصد المتحرك باللاسلكي(RTK) :

في هذا الرصد الجهازين المستقبل والمرجع يكونان م زودان بجهاز استقبال لتصحيح ومعالجة البيانات وقتياً.



الاحتياطات الواجب مراعاتها عند استخدام جهاز (GPS) في أعمال المساحة :

1- لابد من وجود جهازين على الأقل، يوضع الجهاز الأول (Reference) على نقطة معلومة الاحداثيات ويوضع الجهاز (Rover) في النقطة المطلوب إيجاد احداثياتها.

2- يجب التأكد من عدم وجود عوائق تعوق إشارة القمر إلى النقطة وفي حالة وجود عوائق يجب الانتظار فترة زمنية اطول.

3- يجب أن يشترك الجهازين في الرصد علىأربعةأقمار علىالأقل وان لايحصل انقطاع لإشارة الأقمار أثناء الانقطاع.

4- لابد من ضبط الجهازين علي نفس الفاصل الزمني.

5- يجب التأكد من التوزيع الهندسي للأقمار بنسبة للنقاط الرصد.

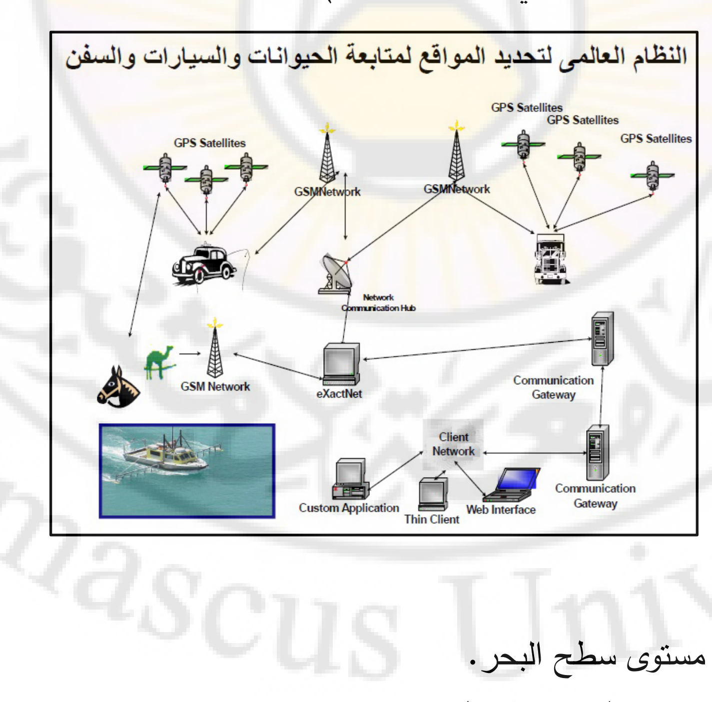
6- يجب أن تكون النقطة (المرجع) معلومة بدقة عالية وتكون محسوبة بالنظام العالمي (WGS84) وكل النقاط المحسوبة تكون منسوبة لهذا النظام.

تطبيقات النظام العالمي لتحديد المواقع:

1- يمكن استخدام الأقمار الصناعية في قياس المسافة والسرعة والزمن وتحديد الاحداثيات واستخدام هذه المعلومات في كثير من التطبيقات مثل:

- المساحة الأرضية.
- تحديد نقاط للتصوير الجوي.
- الملاحة البرية والبحرية والجوية (في السيارات والسفن والطائرات).

2- لا يمكن استخدام الأقمار الصناعية في التطبيقات التي لا تصلها إشارات (تحت الأرض، تحت البحر، وسط الأبنية الشاهقة، وفي الغابات الكثيفة).



3- يُستخدم في تحديد مستوى سطح البحر.

4- للملاحة والتصوير الجوي (قيادة الطائرة).

5- لمعرفة موقف الطرق.

6- لأعمال التشييد (الأبنية والطرق).

7- لقيادة ومتابعة السيارات.

8- لتحديد موقع الحادث وإرساله مباشرةً إلى مركز العمليات.

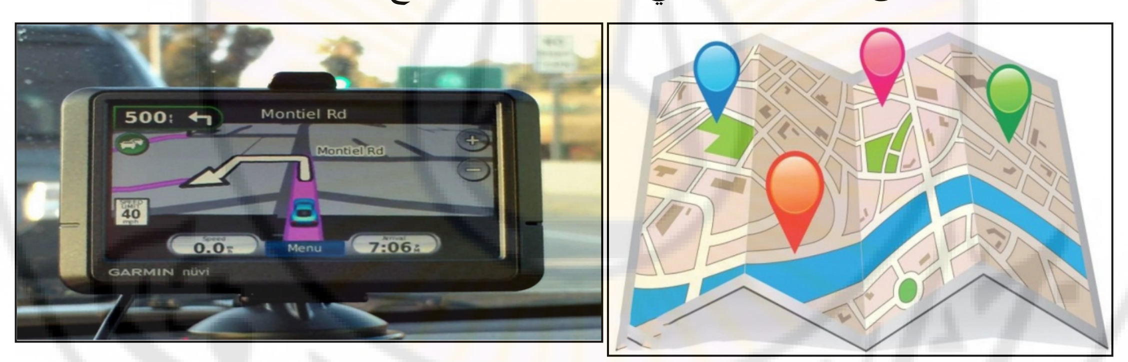
9- لعمليات الإسعاف (تقليل زمن الإجابة، تحديد أقصر طريق، تحديد أقرب محطة إسعاف).

10- التكامل مع نظم المعلومات الجغرافية (GIS- GPS).

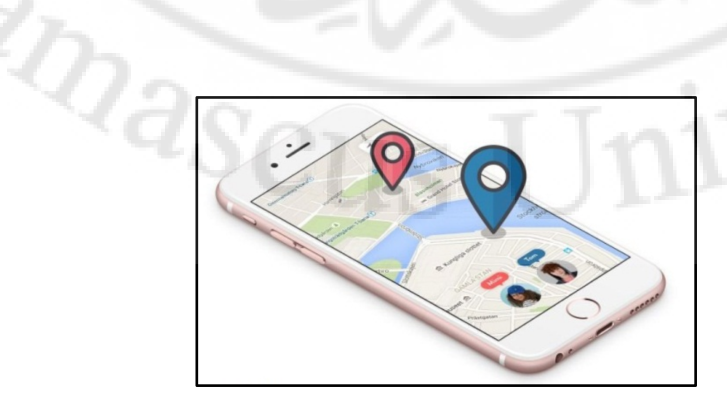
11- كما أن للنظام تطبيقات في ميدان الجيولوجيا والجيودي زيا وقياسات التصدعات الأرضيةوحركة القارات

جهاز GPS:

تقنية تحديد المواقع باستخدام الأقمار الصناعية واحدة من أكثر التقنيات المستخدمة اليوم نظراً لفوائدها المتعددة .لا يُخفى على أحد اليوم أن تقنية تحديد المواقع باستخدام الأقمار الصناعية (Global Positioning Satellites)واحدة من أكثر التقنيات المستخدمة اليوم، فقد باتت موجودة في جميع الهواتفتقريباً بالإضافة لتوافرها في العديد من الأدوات الأخرى الصغيرة منها والكبيرة نظراً لفوائدها المتعددة. لكن قبل الوصول إلى التقنيات الحالية التي باتت تسمح باستخدام التقنية في كل الأجهزة تقريباً سادت أجهزة مختصة لهذه الخدمة لمدة من الزمن. لكن مع استمرار وجود هذه الأجهزة حتى يومنا هذا فهل هي مفيدة حقاً وهل تحتاج لشراء واحد منها؟



تُقسم أجهزة تحديد المواقع المحمولة إلى نوعين أساسيين وفق الحاجة لاستخدامها، فالأولى مخصصة للسياراتوتتمتع بشاشات أكبر، بينما الأخرى هي الأجهزة الموجودة منذ سنوات عديدة وهي المخصصة للحمل باليد أثناء المسير أو الرحلات البرية أو في مناطق غريبة أو نائية.



في عالمنا اليوم، مع كون جميع الهواتف الذكية تقريباً تمتلك أنظمة تحديد مواقع وتوجيه بالأقمار الصناعية، فالأجهزة المنفصلة المختصة بالأمر قد تبدو بلا فائدة أو لا حاجة حقيقية لها. لكن حتى مع محاكاة الهواتف الذكية لاستخداماتها فالأجهزة المستقلة تمتلك بعض الميزات الأساسية التي تبقيها مفيدة لبعض الحالات:

- هيكل قوي للغاية ومدعم بشكل أكبر من الهواتف الذكية وغالباً ما يكون مقاوماً للمياه والغبار والصدمات بطبيعة الحال مما يجعلها مثالية للرحلات البرية والتجوال في الأماكن الوعرة.
- إمكانية استخدام بطارية قابلة للاستبدال (من نوع AA أو AAA مثلاً) مما يجعلها قابلة للاستخدام لفترات طويلة للغاية ولا تحتاج إلى شحن بوجود بطاريات أخرى للاستبدال حيث أن هذه البطاريات رخيصة جداً.
- جودة إشارة استثنائية وممتازة حتى في أكثر المناطق النائية ومتفوقة بشكل واضح على تلك الخاصة بالهواتف الذكية أو الأجهزة المصغرة.
- ميزات متعددة مصممة خصيصاً للرحلات البرية والتجوال في المناطق النائية والبعيدة.
- إمكانية تخزين مساحات واسعة من الخرائط دون الحاجة إلى وجود اتصال بشبكة الإنترنت عند استخدامها.

فالملاحةضمنالمدنلاتحتاجلأجهزةمخصصةلتحديدالمواقعوالتوجيهعادة،لكنبالنسبةلهواةالرحلاتالوعرةوال نائيةومحبينمطالحياةالمتعلقبالتجوالفأجهزةتحديدالمواقعبالأقمارالصناعيةتصبحمفيدةللغايةوضروريةح تىفيبعضالحالات.

أنواعأجهزةتحديدالمواقعالمتاحة:

أجهزةتحديدالمواقعباتتمتاحةبأشكالمتعددةولغاياتمتنوعة،كماأنهاتوجدكملحقاتللعديدمنالأجهزةوالآلاتالأخ رى. أهمهذهالأنواع:

أجهزةتحديدالمواقعالمدمجةفيالسيارات:العديدمنالسياراتالحديثةاليومباتتستخدمشرائحكمبيوتريةوأنظمة متكاملةللعديدمنالاستخداماتوواحدةمنأهمهاالملاحةوالتوجيه.

هذهالخدماتمفيدةللغايةفيحالوجودهافيالسيارةبشكلأساسي،لكنهاغالباًماتكونمكلفةوصعبةالتركيبفيحالالر غبةبشرائهاوتركيبهافيسيارةمنطرازقديملايدعمها.

- **أجهزة تحديد المواقع المحمولة المخصصة للسيارات** :مع كون العديد من السيارات لا تمتلك تقنيات تحديد مواقع مدمجة داخلها أصلاً، فمن المفيد استخدام هذه الأجهزة المحمولة التي عادة ما توضع بقرب لوحة القيادة وتمتلك شاشات كبيرة نسبياً وتستطيع

تزويد المستخدم بمعلومات الموقع والملاحة وحتى الازدحام والمواصلات في أماكن محددة من العالم في حال كانت متصلة بشبكة الإنترنت. الميزة الأساسية لهذا النوع من أجهزة تحديد لمواقع سهولة فكها وتركيبها ونقلها مما يجعلها ممتازة للسيارات المؤقتة أو المستأجرة مثلاً.

- **أجهزة تحديد المواقع المدمجة ضمن الهواتف الذكية :** حيث أن هذه الخدمة تكون مفيدة للغاية مع تطبيقات الخرائط مثل Google Maps التي تقدم معلومات متكاملة عن الازدحام والطرقات الفرعية والخدمات المهمة كمحطات الوقود والمتاجر والمطاعم والفنادق المحيطة، كما أنها تقدم الوقت المتوقع للوصول بحالات التنقل المختلفة (المشي، الدراجة، السيارة). لكن هذا النوع من تحديد المواقع عادة ما يكون أقل عملية من سواه بسبب ضعف إشارة الأقمار الصناعية في الكثير من الحالات وضعف قدرة الهواتف على التقاط الإشارة الضعيفة.

أجهزة تحديد المواقع المحمولة باليد :هذا النوع من أجهزة تحديد المواقع هو الأقدم وأول الأنواع التي انتشرت، وعلى الرغم من أن هذه الأجهزة ليست عملية تماماً من حيث الإدخال والعرض كما غيرها، فهي مثالية لمحبي الرحلات والتجوال في المناطق النائية مع إشارة دائمة نادراً ما تنقطع وتصميم مناسب لهذه الرحلات.

اختيار جهاز GPS مناسب:

مع كون الأنواع الأخرى تأتي كأجزاء أساسية من آلات أو أدوات أخرى عادة، فالتركيز هنا سيكون حصراً على أجهزة تحديد المواقع المحمولة باليد والمخصصة للرحلات والتجوال في الأماكن النائية، فيما يلي ملخصا لأهم المواصفات الواجب مراعاتها عند اختيار جهاز:GPS

1- نوع التحكم: شاشة لمس أو أزرار:

في الماضي كانت جميع الأجهزة من هذا النوع تأتي مع خيار التحكم بالأزرار فقط، لكن التطور التكنولوجي جعلها متاحة بشاشات لمس كما الهواتف الذكية. وعلى الرغم من تفوق شاشات اللمس بسهولة الإدخال وتنوعه والشاشات الأكبر التي تعرض محتوىً أوضح، فالأجهزة التي تستخدم الأزرار كأداة إدخال عادة ما تكون أقوى وأكثر مقاومة للصدمات، كما أنها أسهل للاستخدام في الظروف الصعبة أو خلال الشتاء والطقس البارد حيث يمكن استخدامها مع ارتداء القفازات.

الأمر هنا يتعلق بنوع الرحلات التي يقوم بها المستخدم، بالنسبة لمحبي تسلق الجبال أو المناطق الوعرة أو حتى الخوض في الأنهار والمسطحات المائية فالأجهزة التي تستخدم الأزرار هي

الأفضل، بينما بالنسبة لأولئك الذين يفضلون الرحلات البرية العادية كالرحلات الصحراوية ورحلات الصيد في البادية، فالأجهزة التي تمتلك شاشات لمس تكون غالباً أكثر ملائمة.

2- مقاومة للمياه والغبار ومدى المتانة:

واحدة من الأشياء الأهم في هذا النوع من الأجهزة هو مقاومتها لمختلف الظروف، فمع كونها تُستخدم بالدرجة الأولى خلال الرحلات بمختلف أنواعها فمن الضروري كونها مقاومة للغبار والأتربة وللمياه كذلك (بطبيعة الحال هناك تصنيفات عديدة تحدد مدى مقاومتها). كما يجب أن تكون هذه الأجهزة مقاومة للصدمات، ومع أنه لا يوجد معايير موحدة للمتانة، فمعظم الأنواع يذكر ضمن تفاصيلها الارتفاع الآمن لإسقاطها دون ضرر.

بطبيعة الحال فالأنواع الأكثر مقاومة للصدمات والسقوط تكون أكبر حجماً وأثقل وزناً وبالتأكيد أغلى ثمناً، حيث يجب موازنة الحاجات مع المواصفات المناسبة لها للحصول على النوع الأكثر مناسبة دون صرف مال غير ضروري.

3- وجود مقياس للضغط الجوي (بارومتر):

على الرغم من أن جميع الأجهزة العاملة بتقنية GPS تستطيع تحديد ارتفاع المستخدم عن سطح البحر، فاستخدام مقياس الضغط الجوي لزيادة الدقة كثيراً ما يكون مفيداً، كما أنه مفيد في توقع حالة الطقس حيث أن الرياح والعواصف من الممكن التنبؤ بها باستخدام تغيرات الضغط الجوي من مكان لآخر.

4- البوصلة الإلكترونية:

جميع أجهزة تحديد المواقع المعتمدة على الأقمار الصناعية قادرة على تحديد اتجاه حركة المستخدم وتوجيهه، لكن عملية تحديد الاتجاه غالباً ما تكون معتمدة على الحركة فقط بشكل يمنع التخطيط للرحلة بشكل عفوي أثناء الاستراحات، أو أنه يتطلب استخدام بوصلة تقليدية بالإضافة لجهاز تحديد المواقع.

بعض الأجهزة تجعل الأمر أسهل باحتوائها على بوصلة إلكترونية مدمجة داخلها تسمح بتحديد الاتجاهات في وضع الثبات دون الحاجة للحرة للقيام بذلك، هذا ما يجعلها ضرورة للأشخاص الذين يخططون تتمة رحلتهم أثناء قيامهم بها أو يحبون القيام برحلات صغيرة وتغيير مخططاتهم أثناء الرحلة الأساسية.

5- نقل البيانات بشكل لا سلكي:

مع كون معظم أجهزةGPS غير مجهزة لاستخدام الإنترنت أو الشبكة الخلوية المحلية، فبعضها يمتلك خدمة الاتصال عبر شبكة لا سلكية مع الأجهزة القريبة من نفس نوعه بشكل يسمح بمشاركة المواقع المحفوظة والطرق وعلامات التعليم وحتى الصور (حيث أن بعض الأجهزة تمتلك كاميرات كذلك).

6- الخرائط المثبتة مسبقاً وإمكانية شراء الخرائط:

عادة ما تأتي أجهزة GPS مع خرائط عالمية بسيطة وغير مفصلة تفيد في بعض الحالات فقط، حيث أن الخرائط المفصلة والتي تضمن معلومات شاملة عن المناطق تون أكبر من أن توضع كلها ضمن الجهاز من ناحية، وعادة ما تباع كمحتوى منفصل
بعض الأجهزة تحصر الشراء بموقع الشركة المنتجة فقط حيث لا يمكن تثبيت خرائط مغايرة لها، فيما أن البعض الآخر يسمح بخرائط خارجية من مصادر أخرى حيث يمكن الحصول على خرائط لنفس المنطقة بسعر أرخص أو مجاناً حتى في بعض الحالات مقابل الأسعار الباهظة للغاية لخرائط الشركات المنتجة.

7- الاتصال الصوتي المباشر عبر الراديو:

الكثير من أجهزة تحديد المواقع اليوم تمتلك خاصية الاتصال عبر أمواج الراديوالمنخفضة، هذه التقنية تسمح بالتواصل مع المستخدمين الآخرين على مدى عدة كيلومترات محيطة سواء كان ذلك للتنسيق أو اللقاء أو غيره، كما أن البث عبر الراديو يكون مفيداً جداً في حالات الطوارئ في حال سقوط المستخدم وتعرضه لإصابات أو كسور تمنعه من الوصول للرعاية الصحية.

المحطة الشاملة (Total Station)

مقدمة:

يُعد جهاز المحطة الشاملة أو المحطة المتكاملة (Total Station) أكثر الأجهزة المساحية استخداماً وتكاملاً ودقة في الوقت الراهن. حتى أنه يمكن القول أنه قد حل محل جهاز التيودوليت. يدل اسم الجهاز على أنه يشمل بداخله عدد من الأجهزة والإمكانيات في إطار متكامل كجهاز واحد.

تطورت الأجهزة المساحية في النصف الثاني من القرن العشرين فقد تم ابتكار أجهزة قياس المسافات الكترونياً لتصبح بديلاً دقيقاً وسريعاً عن الشريط في قياس المسافات، ثم تم ابتكار أجهزة التيودوليت الرقمي التي زادت من دقة قياس الزوايا الأفقية والرأسية وتجاوزت أخطاء الراصد في تسجيل القياسات يدوياً. ثم تلا ذلك ابتكار أجهزة المحطات الشاملة.

حيث تم دمج جهاز المحطة الشاملة مع جهاز النظام العالمي لتحديد المواقع بالرصد على الأقمار الصناعية (GPS) لدمج تقنيتي المساحة الأرضية والفضائية معاً.

مكونات ومميزات المحطة الشاملة:

يتكون جهاز المحطة الشاملة من مجموعة من الأجهزة تشمل:

1- جهاز تيودوليت رقمي.

2- جهاز قياس المسافات الكترونياً (EDM).

3- ذاكرة الكترونية لتسجيل القياسات.

4- وحدة كمبيوتر (micro processor) لتشغيل البرامج الحسابية.

5- أجهزة ملحقة مثل البطارية ومجموعة العواكس والحامل الثلاثي وكابل التوصيل بالكمبيوتر.

تتميز أجهزة المحطات الشاملة بالعديد من المميزات والمواصفات:

1- الدقة في قياس الزوايا الأفقية والرأسية (قد تصل إلى جزء من الثانية).

2- الدقة في قياس المسافات (عدة ميلليمترات).

3- الرصد لمسافات كبيرة (تتعدى كيلومترات).

4- منظار له قوة تكبير عالية لإمكانية رصد المعالم البعيدة.

5- تسمح وحدة الكمبيوتر بأداء الحسابات في الموقع والحصول على الإحداثيات آنياً.

6- إمكانية قياس المسافات بدون عاكس (بالليزر) لعدة مئات من الأمتار.

7- سرعة في قياس المسافات الكترونياً.

8- التحقق من أخطاء ضبط أفقية الجهاز وتعديلها (كوجود موازن (compensator) في الجهاز أو تصحيح القياسات حسابياً).

9- البطارية تمد الجهاز بالطاقة اللازمة لعدة ساعات.

10- نظام تشغيل يشبه نوافذ (windows) لسهولة العمل (بعض الأجهزة تدعم اللغة العربية).

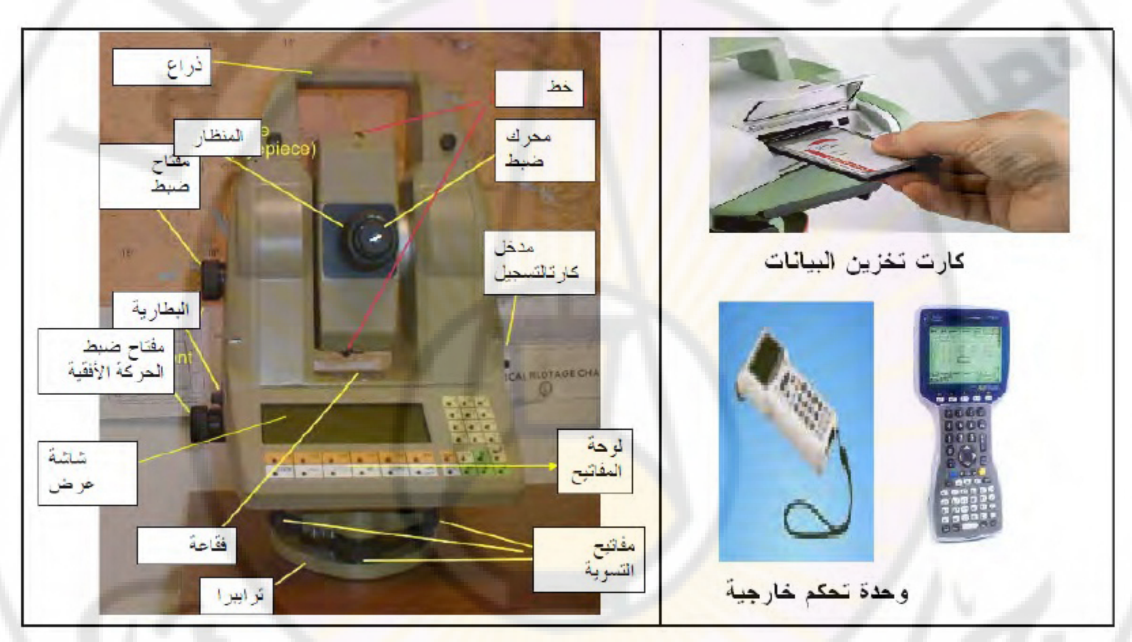
11- ذاكرة تخزين كبيرة لتخزين القياسات في الجهاز (ذاكرة داخلية أو كرت تخزين).

12- بعض الأجهزة تسمح بتوصيل وحدة تحكم خارجية (control unit) أو وحدة تجميع البيانات لتسهيل العمل.

13- سهولة نقل البيانات للكمبيوتر (من خلال الكابل أو وحدة البلوتوث).

14- القدرة على تحمل ظروف الطقس المختلفة في الموقع.

15- تحتوي بعض الأجهزة على كاميرا رقمية داخلية لتصوير مواقع الرصد كنوع من أنواع توثيق بيانات المشروع.



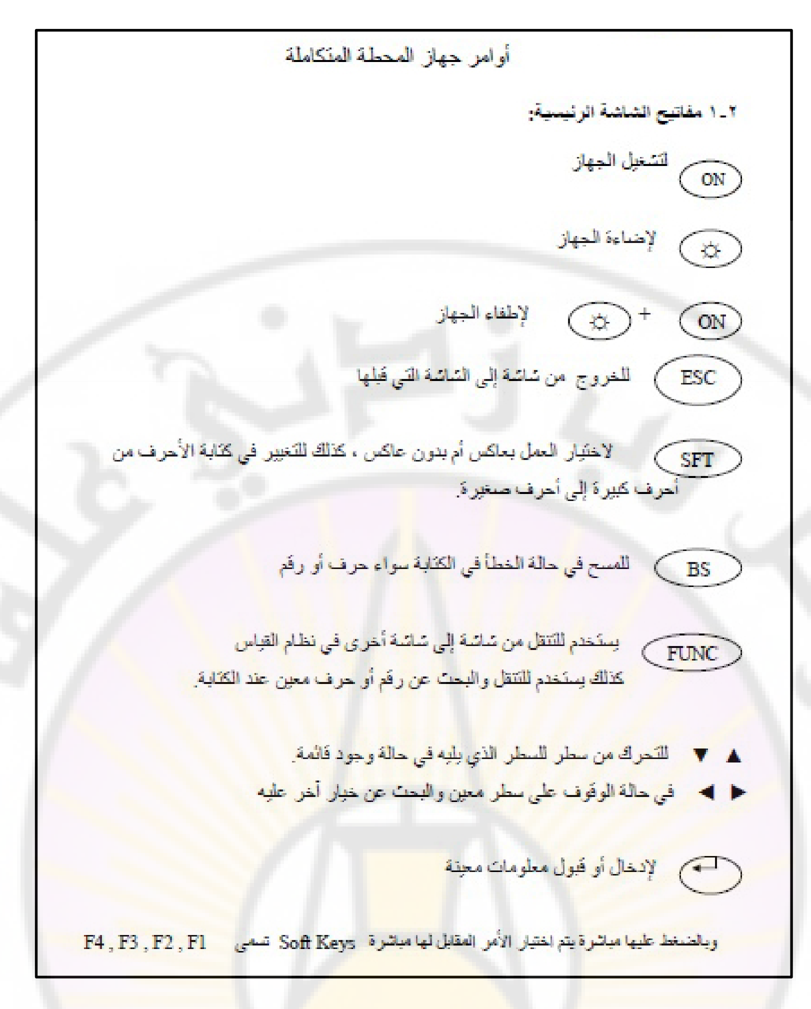
الشكل (2): المحطة الشاملة



الشكل (3): مكونات جهاز المحطة الشاملة



الشكل (4): وظائف مفاتيح التحكم في جهاز المحطة الشاملة



أوامر جهاز المحطة المتكاملة

٢-١ مفاتيح الشاشة الرئيسية:

ON لتشغيل الجهاز

☼ لإضاءة الجهاز

ON + ☼ لإطفاء الجهاز

ESC للخروج من شاشة إلى الشاشة التي قبلها

SFT لاختيار العمل بعاكس أم بدون عاكس ، كذلك للتغيير في كتابة الأحرف من أحرف كبيرة إلى أحرف صغيرة.

BS للمسح في حالة الخطأ في الكتابة سواء حرف أو رقم

FUNC يستخدم للتنقل من شاشة إلى شاشة أخرى في نظام القياس
كذلك يستخدم للتنقل والبحث عن رقم أو حرف معين عند الكتابة.

▲ ▼ للتحرك من سطر للسطر الذي يليه في حالة وجود قائمة.

► ◄ في حالة الوقوف على سطر معين والبحث عن خيار آخر عليه

↵ لإدخال أو قبول معلومات معينة

F4 , F3 , F2 , F1 تسمى Soft Keys وبالضغط عليها مباشرة يتم اختيار الأمر المقابل لها مباشرة

الشكل (5): أوامر جهاز المحطة الشاملة

تشغيل المحطة الشاملة:

لا تختلف خطوات الضبط المؤقت لجهاز المحطة الشاملة عن تلك المطبقة مع جهاز التيودوليت (ضبط التسامت وضبط الأفقية). إلا أن تشغيل المحطة الشاملة قد يختلف خاصةً أنه جهاز الكتروني.

بصفة عامة فإن جهاز المحطة الشاملة يطلب البيانات التالية كمدخلات عند تشغيله:

- وحدة قياس الزوايا (نظام ستيني أو مئوي).
- ثابت العاكس المستخدم.
- ارتفاع الجهاز (يتم قياسه عند كل محطة).
- ارتفاع العاكس المستخدم.
- اسم المشروع.
- اسم النقطة وإحداثياتها.

– بعض الأجهزة تسمح بإدخال كود معين لكل نقطة مرصودة (نوع النقطة إن كانت شجرة أو مبنى أو طريق..) بحيث يتم جمع النقاط من كل نوع بطريقة الطبقات (Layers) عند تصدير النتائج إلى برامج الخرائط (GIS).

تشمل مخرجات عملية الرصد الآتي:

1– الزوايا الأفقية والرأسية.

2– المسافات المائلة المقاسة والمسافات الأفقية المحسوبة وكذلك فروق الارتفاعات.

3– احداثيات النقطة المرصودة (x, y, z).

أنواع متقدمة من المحطة الشاملة:

تقدمت تقنيات إنتاج المحطات الشاملة في السنوات الأخيرة لتظهر أنواع متقدمة من الأجهزة تناسب تطبيقات الرفع المساحي في مجالات متعددة من المشروعات الهندسية. ومن هذه الأجيال الحديثة من المحطة الشاملة ما يلي:

1– المحطة الشاملة المتحركة:

تقليدياً كان الراصد هو الذي يقف بجوار جهاز المساحة ويقوم بالرصد وتسجيل القراءات بينما المساعد هو الذي يحمل الشاخصة (أو العاكس) ويتحرك من نقطة لأخرى. مع ابتكار أجهزة قياس المسافات الكترونياً (EDM) زادت المسافة بين الراصد ومساعده (المسافة بين الجهاز والعاكس) حتى وصلت إلى عدة كيلومترات مما جعل التواصل بينهما يتطلب وجود أجهزة راديو لاسلكي لكل منهما. هذا المبدأ هو أساس تطوير المحطات الشاملة المتحركة (Motorized or Robotic total station) وهو جهاز محطة شاملة مركب على قاعدة متحركة بموتور داخلي بحيث يستطيع الجهاز الدوران حول نفسه أفقياً (360 درجة كاملة) مع ضمان بقائه في الوضع الأفقي الدقيق من خلال الموازن الداخلي به compensator).

تتم حركة الجهاز من خلال وحدة تحكم (control unit) متصلة لاسلكياً بالمحطة الشاملة ذاتها. تكون هذه الوحدة مع الراصد ومن خلالها يمكنه التحكم في المحطة الشاملة ذاتها حتى إن كان يبعد عنه عدة كيلومترات. تعتمد هذه التقنية على مبدأ "التعرف الآلي على الهدف" وهو إمكانية أن يتعرف جهاز المحطة الشاملة أثناء دورانه على الهدف (العاكس) ويحدد موقعه. بالتالي أصبح الراصد هو من يحمل العاكس ويتحكم في الجهاز ويقوم بعملية الرصد وتسجيل القياسات آلياً. بهذا أصبح العمل الحقلي أسرع في التنفيذ مما يقلل من تكلفة أعمال المسح الميداني. يمكن تمييز جهاز المحطة الشاملة من خلال راديو الاستقبال اللاسلكي المثبت أعلاه.




الشكل (6): جهاز المحطة الشاملة المتحركة

2- المحطة الشاملة بالمسح الليزري:

يتطلب الرفع المساحي الطبوغرافي تحديد إحداثيات النقاط (x,y,z) بسرعة ودقة للعديد من المشروعات الهندسية. وربما يتجاوز عدد النقاط المطلوب رصدها المئات في مشروع واحد. فعلى سبيل المثال إن كان هناك مشروع هندسي لقطع جزء من جبل صخري. وعلى مهندس المساحة أن يتابع العمل لتحديد كمية الأحجار المقطوعة. في هذا المثال سيقوم الراصد بتحديد إحداثيات مئات من النقاط (على هذا الجبل) لرسم خريطة كونتورية أو سطح مجسم له قبل بدء أعمال الحفر. ثم يقوم بإعادة هذا الرفع الطبوغرافي مرة أخرى لكل فترة زمنية لحساب حجم جزء الجبل الذي تم حفره. باستخدام المحطة الشاملة العادية فإن هذا الرفع المساحي سيستغرق وقتاً طويلاً في كل مرة. تم ابتكار جهاز المحطة الشاملة بالمسح الليزري (Laser scanner total station) بحيث أن جهاز الليزر الذي (الذي يقيس المسافة الكترونياً ومن ثم يحسب إحداثيات نقطة الرصد). يستطيع الحركة أفقياً ورأسياً بصورة آلية. أي أن الراصد يبدأ بتحديد مجال الرؤية الذي يريد رفع معالمه مساحياً كما يحدد المسافة المطلوبة للقياس بين نقطتين. يبدأ الجهاز في الرفع المساحي بالليزر ألياً وبصورة مستمرة حتى يكتمل رفع جميع المعالم في مجال الرؤية المحدد، ويتم تخزين هذه القياسات آلياً في ذاكرة الجهاز. هذا النوع من المحطات الشاملة يعتمد على مبدأ أن الموجة المرسلة من الجهاز ستنعكس عند اصطدامها بأي هدف (أي لا يستخدم عاكس مع الجهاز) مما يجعله مناسباً للرفع المساحي للمعالم التي لا يمكن الوصول إليها. وبهذا فإن ناتج المسح الليزري سيكون عبارة عن مجسم ثلاثي الأبعاد للمعالم المرفوعة.

من أمثلة استخدام المحطة الشاملة بالمسح الليزري: مشروعات الهندسة المدنية التي تحتاج إلى تقدير كميات الحفر والردم، توثيق المواقع الأثرية في حال نقلها من مكان لآخر حتى يمكن إعادة تركيبها بنفس أبعادها ومواقعها النسبية.



الشكل (7): جهاز المحطة الشاملة بالمسح الليزري

3- المحطة الشاملة التصويرية:

تتكون نظم المحطة الشاملة التصويرية (Photogrammetric Total Station Systems (PTTS)) من الدمج بين المحطة الشاملة والكاميرا الرقمية لإنتاج جهاز يعتمد على التكامل بين تقنيتي المسح الأرضي والمساحة التصويرية الأرضية. تُعد تقنية المساحة التصويرية الأرضية من التقنيات المساحية التي تمكن من تحديث المواقع (الإحداثيات) من خلال صورة فوتوغرافية عالية الدقة سواء أكانت صورة تقليدية (مطبوعة) أو صورة رقمية . كانت فكرة وضع الكاميرا على جهاز التيودوليت موجودة منذ سبعينات القرن العشرين وكانت هناك أجهزة تُدعى التيودوليت البصري. إلا أن نهذه الأجهزة توقف إنتاجها بعد ذلك. وفي بداية التسعينات عادت الفكرة للظهور مرة أخرى لكن تم استخدام المحطة الشاملة بدلاً من التيودوليت وتم دمجها مع كاميرا رقمية عالية الدقة في جهاز واحد.

تُستخدم المحطة الشاملة التصويرية في تطبيقات عديدة منها: تقدير كميات الحفر والردم في المشروعات الهندسية، وكذلك أعمال الرفع الطبوغرافي وإنشاء الخرائط الالكترونية للمناطق الشاسعة حيث تتميز بتخفيض مدة وتكلفة العمل الحقلي.



الشكل (8): جهاز المحطة الشاملة التصويرية

4- المحطة الشاملة الجيرو:

في هذا النوع من أجهزة المحطة الشاملة يوحد جهاز جيرو مركب على المحطة الشاملة. يمكنه قياس الانحراف (Azimuth) في أي مكان وخاصةً تحت سطح الأرض. ومن ثم فإن هذه النوعية من المحطات الشاملة تُستخدم في مشروعات الأنفاق أو التطبيقات تحت الأرضية.



الشكل (9): جهاز المحطة الشاملة الجيرو Sokkia Gyro XII

5- المحطة الشاملة مع الجي بي إس:

تُعد هذه الأجهزة الأحدث في مجال العمل المساحي الأرضي حيث تقدم هذه النوعية من الأجهزة دمجاً بين جهازين: المحطة الشاملة ومستقبل receiver للنظام العالمي لتحديد المواقع بالرصد على الأقمار الصناعية: GPS. ومن هنا فإن جهاز (GPS) يمكنه تجميع القياسات في المناطق المفتوحة أو تثبيت نقاط تحكم معلومة ثم يمكن العمل بالمحطة الشاملة لأعمال الرفع

المساحي التفصيلي خاصةً في المناطق المغلقة (التي لا تتوافر فيها إشارات الأقمار الصناعية)
ومن أمثلة هذه الأجهزة جهاز شركة لايكا Leica Smart Station



الشكل (10): Leica Smart Station

عملية الرفع

٤ ـ١ خطوات العمل بالموقع والتسجيل بالذاكرة:

فيما يلي خطوات عملية الرفع بواسطة الجهاز من بداية تسمية المشروع وحتى مراجعة النقاط النهائية المرفوعة بواسطة الجهاز.

خطوات العمل على الجهاز:

- من الشاشة الرئيسية نختار MEM بالضغط على F3 فتظهر شاشة بها عدة خيارات نختار منها JOB وبعد نضغط زر الإدخال
- تظهر قائمة نختار منها Job selection بالوقوف عليها بالمؤشر ثم نضغط زر الإدخال
- نضغط على F1 لاختيار LIST فتظهر قائمة بالملفات الموجودة في الذاكرة وباستخدام الأسهم ▲ ▼ نختار الملف المطلوب وليكن Job 01 ثم نضغط زر الإدخال مرتين وبعدها نضغط ESC
- يمكن تغير إسم الملف و ذلك باختيار Job Name Edit بالوقوف عليه بالمؤشر ثم نضغط زر الإدخال وبالضغط على Func يمكن إختيار حروف التسمية كما سبق شرحه وليكن الاسم TEST ثم نضغط زر الإدخال
- نضغط ESC ثلاث مرات.
- ندخل على نظام القياس Meas من الشاشة الرئيسية بالضغط على F1
- تظهر الصفحة الأولى P1 نختار منها Menu بالضغط على F1
- تظهر قائمة خيارات نختار منها Coord فتظهر منها عدة خيارات
- نختار منها Stn Orientation ثم نضغط زر الإدخال
- تظهر قائمة نختار منها Stn Coordinate بالوقوف عليها بالمؤشر ثم نضغط زر الإدخال فتظهر شاشة إدخال إحداثيات المحطة المحتلة
- نضغط F3 المقابل للأمر Edit ومن ثم نبدأ بإدخال قيم الإحداثيات كما تم شرحه أو يتم استدعاء الإحداثيات في حالة وجودها في الذاكرة بالضغط على F1 المقابل للأمر Read

NO 1000
EO 2000
ZO 600
Inst.h 1.60
Tgt.h 1.60

Read (F1) Edit (F3)

- ثم نضغط OK لاعتماد بيانات المحطة
- يظهر لنا شاشة بها خياران نضع المؤشر على الأمر H angle ثم نضغط زر الإدخال يظهر لنا خياران:

- في حالة النقطة الخلفية معلومة كزاوية انحراف من الشمال نختار H angle ثم ندخل قيمة الزاوية و من ثم نوجه على النقطة الخلفية ثم نضغط زر الإدخال فتظهر لنا شاشة بها إحداثياتها.
- في حالة النقطة الخلفية معلومة الإحداثيات نتبع الآتي:-

نختار الأمر Back Sight ثم نضغط على زر الإدخال

نقوم الضغط على F3 المقابل للأمر Edit للبدء في إدخال إحداثيات النقطة الخلفية كما سبق شرحه أو يتم استدعاء الإحداثيات في حالة وجودها في الذاكرة بالضغط على F1 المقابل للأمر Read

NO 2000
EO 3000
ZO 650
Inst.h 1.60
Tgt.h 1.60

Read (F1) Edit (F3)

- ثم نضغط OK مرتين.
- تظهر شاشة يطلب فيها الجهاز التوجيه على النقطة الخلفية نقوم بالتوجيه على النقطة الخلفية ثم نضغط F4 المقابل للأمر Yes
- نضغط ESC مرتين

- من شاشة القياس Meas نضغط على F2 المقابل للأمر REC تظهر عدة خيارات نختار STN Data ثم نضغط زر الإدخال

ملحق ٢: ملف تدريبي من الانترنت

- تظهر شاشه بها قيم إحداثيات النقطة المحتلة STN نقوم بمراجعتها وكذلك يمكن إدخال معلومات أخرى كدرجة الحرارة والتاريخ واسم الراصد بعدها نضغط F1 المقابل للأمر OK
- نقوم باختيار Coord Data بالضغط على زر الإدخال وذلك للرفع بطريقة الإحداثيات وذلك بالوقوف عليه بالمؤشر ثم نضغط زر الإدخال
- تظهر شاشة الإحداثيات نوجه حينها على النقطة المراد إيجاد إحداثياتها ثم نضغط OBS.
- ثم نضغط REC ثم Edit ومن ثم نقوم بالتغييرات اللازمة مثل رقم النقطة أو ارتفاع العاكس أو الكود الخاص بالنقطة ثم نضغط OK

<u>ملاحـــظة</u>: نستخدم Auto في حاله عدم الرغبة في تغير رقم النقطة أو ارتفاع العاكس مع التسجيل السريع.

- في حالة الرغبة في الرفع بطريقة الزاوية والمسافة نختار الأمر Dist Data الموجود تحت الأمر REC من الصفحة الأولى P1 ونتبع نفس خطوات الرفع بالإحداثيات.
- في حالة الرغبة في تسجيل الزوايا نختار Angle Data الموجود تحت الأمر REC من الصفحة الأولى P1 ونتبع نفس خطوات الرفع بالإحداثيات.
- يمكن رفع النقاط بطريقة الإحداثيات والزاوية والمسافة معاً باختيار الأمر Coord + dist Data الموجود تحت الأمر REC من الصفحة الأولى P1



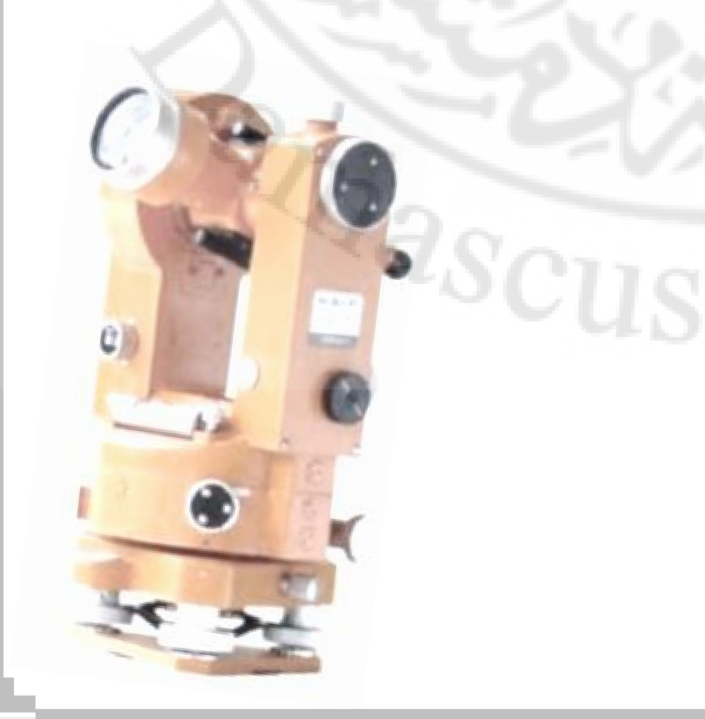
أنظمة القياس

جغرافية / سنة رابعة

المحاضرة السابعة

القياس على الصور الجوية

د. يارا الويش





المحاضرة السابعة

القياس على الصور الجوية

د. يارا الويش

مقدمة:

تُعد الصور الجوية ابتكاراً تقنياً مهماً في تاريخ تقدم العلوم الجغرافية والهندسية على وجه الخصوص وعلوم أخرى كثيرة.

تُمثل الصورة الجوية كماً هائلاً من المعلومات الدقيقة عن الواقع الجغرافي والمعالم المكانية في المنطقة. ومن ثم فإن هذه الصورة يمكن استخدامها في العديد من التطبيقات العملية مثل إنتاج الخرائط. ومنذ اختراع التصوير الجوي فطن علماء الخرائط والجغرافية والمساحة لأهميته ومميزاته المتعددة.

تقدم التصوير الجوي تقدماً كبيراً مع اختراع الحاسبات الآلية في الخمسينات من القرن العشرين الميلادي، حيث تطورت بسرعة كبيرة أجهزة ومعدات التصوير وتخزين وحفظ الصور الجوية الكترونياً وكذلك طرق إنتاج الخرائط المعتمدة على الصور الجوية. ومنذ ذلك الوقت ظهر فرع المساحة التصويرية الرقمية كأحد فروع علم التصوير الجوي وإنتاج الخرائط اعتماداً على الحاسبات الآلية.

مميزات الصور الجوية:

1- تتميز الصور الجوية بالدقة بصفة عامة مما يسمح بإجراء القياسات الدقيقة (مثل المسافات والمساحات) بدقة مناسبة.

2- تغطي الصورة الجوية مساحة كبيرة من سطح الأرض مما يجعل من السهل رسم خريطة للمظاهر الجغرافية الموجودة.

3- إنتاج الخرائط من الصور الجوية يستغرق وقتاً أقل وبالتالي فهو أرخص تكلفة من استخدام القياسات المساحية الميدانية.

4- للصور الجوية الملتقطة في تواريخ متعددة ميزة أنه يمكننا من متابعة التغيرات الزمنية في المظاهر الجغرافية (مثل متابعة حركة الكثبان الرملية أو تغيرات الغطاء النباتي).

5- الصور الجوية لها مقياس رسم محدد مما يجعلها تبرز بدقة العلاقات المكانية بين الظواهر الجغرافية.

6- تستطيع الصور الجوية إبراز المعالم المكانية في المناطق النائية التي لا يمكن للإنسان الوصول إليها بسهولة.

تطبيقات الصور الجوية:

يُعد إنتاج وتحديث الخرائط من أهم تطبيقات التصوير الجوي في المجالين الجغرافي والهندسي لما تتميز به الصور من الدقة والشمولية.

أيضاً تتم الاستفادة من الصور الجوية في تفسير المعالم الجغرافية واستنباط معلومات دقيقة وحديثة عنها.من أهم تطبيقات الصور الجوية في عدد كبير من الأعمال والمشاريع:

1- الزراعة: حصر مساحات المحاصيل المختلفة.

2- التربة: تصنيف أنواع التربة ووضع خرائط لها.

3- الهندسة المدنية: تخطيط المشروعات الهندسية واختيار أنسب المواقع الجغرافية وتطوير خرائط استخدامات الأراضي.

4- التخطيط العمراني: إعداد المخططات، ووضع خرائط استخدامات الأراضي.

5- النقل: تخطيط المشروعات الجديدة لشبكات الطرق والجسور والأنفاق والسكك الحديدية.

6- التطبيقات العسكرية.

آلات ومعدات التصوير الجوي:

تتنوع الآلات والمعدات المستخدمة في التصوير الجوي بصورة كبيرة. بصفة عامة يمكن تقسيم آلات التصوير الجوي إلى قسمين رئيسيين:

1- الكاميرا العادية أو التقليدية: التي تستخدم الأفلام كوسيلة لتخزين وحفظ الصور الملتقطة.

2- الكاميرا الرقمية: التي تحفظ الصور بطريقة الكترونية على أقراص أو وسائل أخرى للتخزين الرقمي.



(أ) كاميرا عادية



(ب) كاميرا رقمية

الشكل (1): كاميرات التصوير الجوي

أهمية الصورالجوية:

1- تمكن الصور الجوية من التعرف على بعض الاختلافات في أنماط شكل سطح الأرض.

2- تعطي الصور الجوية صورة حقيقية لسطح الأرض ومعالمه.

3- تُستخدم في معرفة مساحة الأراضي الزراعية.

4- تُستخدم في تحديد أنواع الترية.

5- إمكانية استخدام الصور الجوية في المناطق التي يصعب دراستها ميدانياً.

6- تمكرمن التعرف على الوحدات الأرضية وأشكال السطح.

7- تعطي الصورة معلومات دقيقة عن مواقع بعض الظاهرات الأرضية.

8- تُستخدم الصور الجوية في انتاج الخرائط الكنتورية.

9- تُستخدم في دراسات التخطيط العمراني والتخطيط الاقليمي.

10- إمكانية استخدام الصور الجوية في دراسات التتبع والمراقبة.

11- تدخل موضوعات الصور الجوية ضمن المساحة التصويرية بحيث تضم:

أ. المساحة التصويرية الأرضية والتي تؤخذ من خلال آلة التصوير.

ب. المساحة التصويرية الجوية والتي تؤخذ من خلال الكاميرا الموجهة لسطح الأرض بواسطة الطائرات.

أنواع الصور الجوية:

تُصنف الصور الجوية إلى عدة أنواع أو مجموعات طبقاً لطرق تقسيم مختلفة ومنها التصنيف طبقاً لاتساع زاوية التصوير وطبقاً لارتفاع الطيران والتصنيف طبقاً لأبعاد الصورة وطبقاً لمقياس رسم الصورة والتصنيف طبقاً لدرجة الميل.

<u>الصور الجوية حسب اتساع زاوية التصوير:</u>

توجد صور ذات زاوية عادية، وصور ذات زاوية ضيقة، وصور ذات زاوية عريضة، وصور ذات زاوية عريضة جداً. وتُستخدم الصور عريضة الزاوية لتصوير المناطق المتسعة والصحاري.

1- طبقاً للأبعاد:

ترتبط بنوع عدسة التصوير وارتفاع الطائرة والأغلب ضمن الأبعاد التالية : 23 × 23 سم أو 18× 18سم. طبقاً لمقياس الصور:

تختلف المقاييس حسب الهدف من الصورة الجوية وهي:

أ- الصور التفصيلية أقل من 1: 100000 وتُستخدم في مخططات المدن.

ب- من 1: 100000 الى 1: 200000 وتُستخدم عند انشاء البنية الأساسية.

ج- أكبر من 1: 200000 وتُستخدم في الدراسات الجيولوجية والجيومورفولوجية.

يرجع اختلاف مقياس الرسم في الصور الجوية إلى: مساحة المنطقة ودرجة التضرس والغرض من المسح.

2- طبقاً لمقياس الرسم في الخريطة :وهنا تعتمد على مواصفات الخريطة والتي تُحدد حسب غرض الدراسة والمدة الزمنية وغيرها.

3- طبقاً لأشكالها:

أ. الصورة المنفردة

ب. الموزاييك: وهي مجموعة من الصور الفوتوغرافية المتتابعة أو المجاور ة تمثل مساحة كبيرة من سطح الأرض، ومن مميزاتها:

عمل خرائط بسرعة ، أرخص في التكلفة ، كثرة التفاصيل عن المساحة العادية ، تستخدم في الأعمال الاستكشافية

ج. مفتاح الصور:

هو عبارة عن صورة واحدة ملتقطة لمجموعة الصور الجوية التي تغطي منطقة ما بحيث يتضح فيها أرقام الصور وترتيبها الم بتسلسل وكذلك خطوط الطيران واتجاهاتها، وهو مفيد في التعرف على ترتيب الصور واتجاهات الطيران.

وتتمثل أنواع الصور الجوية بنوعين النوع الأول الصور المفردة ، أما النوع الثاني: تتميز بوجود تداخل بينها وتضرم:

1- الصور الستريوسكوبيةStereo Pair:

إن الرؤية المجسمة لاتتم إلا بعد الوصول الى صورتين للموقع نفسه من منظور مختلف، ومن هنا وجد التداخل الطولي والجانبي للصور منأجل ان تتم هذه الرؤية المجسم ة وهنا لابد أيضاًأن يكون نسبة تداخل في الصور الجوية Over Lapبين كل صورتين متتابعتين لاتقل عن 50% داخل خط الطيران الواحد، فالتداخل في الصور الجوية من الشروط الواجب توفرها حتى تتحقق الرؤية المجسمة لأية ظاهرة.

2- الاستريوغرام: من خلال كل زوجين من زوجيات الصور يمكن الحصول على الاستريو غرام وذلك بهدف إيضاح الرؤية المجسمة لظاهرة معينة دون غيرها ورؤيتها بواسطة الاستيريوسكوب الجيبي.

الصور الجوية حسب نوع الفيلم:

- الأفلام باللون الأبيض والأسود وهي حساسة للطاقة ويتراوح الطول الموجي من (0,3 – 0,7)
- الأفلام الحساسة للأشعة تحت الحمراء Infra-Redوهي تمتد من (0,31 – 0,9) وتستخدم في حصر الاختلافات في النباتات الصحية أو اختلاف المحتوى الرطوبي.

- الأفلام الملونة: سواء أكانت ألوان حقيقية أو ألوان كاذبة.

تركيب آلة التصوير الجوي:

تتكون آلة التصوير الجوي مما يلي: العدسة، مخروط العدسة، جسم آلة التصوير، صندوق الفلم، وقاعدة آلة التصوير.

فوائد الصور الجوية:

1- صور عمودية Vertical Photographs درجة الميل اقل من 3 درجات- تغطي مساحة صغيرة تفيد في صنع الخرائط الدقيقة، تكلفة مرتفعة، دقيقة المقياس، لايظهر خط الافق.
2- صور مائلة Oblique Photographs مائلة بزاوية كبيرة، تغطي مساحة كبيرة، تفيد في الدراسات الأولية والمساحات الواسعة.

أنواع التصوير الجوي:

هنالك نوعان أساسيان من التصوير الجوي هما:

1- التصوير العمودي:

2- الصور الجوية المائلة وهي على نوعين:

أ-الصور المائلة بزاوية منخفضة.

ب- الصور المائلة بزاوية عالية.

التصوير العمودي:

في عملية التصوير هذه توجه آلة التصوير من الطائرة بصورة عمودية إلى الأسفل، والطائرة في وضع طيران أفقي (مستقيم) مما يؤدي إلى إنتاج مسقط أفقي للأرض.
الصورة الناتجة تُسمى بالصورة العمودية وهي التي تستخدم لإعداد الخرائط من صور جوية كما أنه النوع الذي يوزع عموماً بصورة أكثر لإكمال معلومات الخريطة.

التصوير المائل:

في عملية التصوير المائل توجه آلة التصوير بجهة مائلة نحو الأرض و تُسمى الصورة الناتجة بالتصوير المائل وهي تعرض منظراً جانبياً مشابهاً لذلك الذي يتم الحصول عليه من قمة تل عالي أو برج مرتفع ، وتُستخدم الصور المائلة بصورة رئيسية لأغراض الاستخبارات لتغطية أهداف خاصة ولإعداد مناظر جانبية يمكن الحصول من خلالها على معلومات اضافية، وعملية التصوير المائل على نوعين : التصوير المائل بزاوية منخفضة والتصوير المائل بزاوية عالية.

أ-التصوير المائل بزاوية منخفضة: في عملية التصوير هذه توجه آلة التصوير بميلان حاد إلى الأسفل ولا يظهر خط الأفق مطلقاً في الصورة الناتجة والتي تسمى صورة مائلة بزاوية منخفضة تشاهد معظم الأهداف في منظر جانبي أكثر أوأقل.

ب-التصوير المائل بزاوية عالية: في عملية التصوير المائل هذه توجه آلة التصوير إلى الأسفل قليلاً فقط وتشمل الصورة الناتجة على خط الأفق دائماً وتسمى صورة مائلة بزاوية مرتفعة.

ويجب الانتباه إلى أن المصطلحين (منخفض) و(عالي) ليس لهما دلالة على ارتفاع الطائرة فوق الأرض ولكن دلالتها هي فقط بالنسبة الى زوايا آلة التصوير.

خصائص الصور الجوية:

- التداخل في الصور الجوية.
- الإبصار المجسم.

التداخل في الصور الجوية:

تتم عملية التصوير من الطائرات تبعاً لنظام يسمح بوجود تداخل طولي بين كل صورتين بنسبة 60% مما يسمح بوجود ثلاث نقط متتالية على الصور ة الواحدة، ويسمح هذا التداخل بالرؤية المجسمة من خلال الاستريوسكوب، أما اذا كان من التداخل فقط في حالة الموز ايك فيكفي أن يكون التداخل 20 – 30 %. واذا كان للرؤية المجسمة يجب أن يكون التداخل بين 50-70%.

الإبصـــار المجسم:

الإبصار المجسم هو القدرة على رؤية الظواهر الجغرافية بأبعادها الثلاثة.

إن فكرة التجسيم تنبع من مصدري الإبصار(العينين) حيث تتقابل صورتا الهدف (الظاهرة) بزاويتي إبصار من وضع العينين المتباعدتين والتي تسمى بقاعدة الإبصار ثم يقوم المخ بترجمة الصورتين لصورة واحدة، ويعد هذا العمل التصويري المجسم للعين عادياً حيث تشعر العين بالتجسيم وبالتالي تشترك العين مع عصب الإبصار ومركز الإبصار في المخ لأداء تلك المهمة.

شـــــروط الرؤية المزدوجـــــــــة:

1- يجب أن تغطي الصورتان جزئياً نفس المنطقة.

2- أن يكون محوري الكاميرا في مستوى واحد.

3- لا يجب أن تكون المسافة بين الصورتين كبيرة.

4- أن يكون مقياس الرسم للصورتين متساوياً.

العوامل المؤثرة على الإبصار المجسم:

1- عدم ثبات الطيران أثناء عملية التصوير حيث يؤدي اختلاف الارتفاع لاختلاف المساحة التي تم تصويرها مع اختلاف مقياس الرسم لاختلاف الارتفاع بين الصورتين مما يؤدي لعدم اندماج الصور المأخوذة وبالتالي صعوبة الرؤية المجسمة لعدم تساوي الظاهرات.

2- ميل الطائرة يؤدي لحدوث ميل لصورة فلو حدث الميل فسوف يؤدي إلى عدم انطباق النقط بعضها على بعض عن الوضع الحقيقي فيما لو كانت رأسية.

3-انحراف خط الطيران اثناء التصوير.

4- الخطأ في توجيه الصور لصعوبة الرؤية المجسمة لاختلاف توجيه الصورة.

5- الفروق في ارتفاعات المنطقة التي يتم تصويرها حيث يؤدي لإجهاد العينين بسب اختلاف زاويتي الرؤية.

6- وجود عيوب في بصر المفسر يؤدي لعدم رؤية الظاهرات بشكل مجسم.

أدوات الإبصار المجسم:

1-الأناجليف: هو نظارة تحتوي على عدستين الأولى حمراء تسمح للأشعة تحت الحمراء بالمرور،والثانية زرقاء تسمح بالأشعة الزرقاء بالمرور. ومع دخول برامج نظم المعلومات الجغرافية تمكنا من عمل خرائط الارتفاع الرقمي مجسمة على الشاشة من خلال الأناجليف.

2- الاستريسكوب الجيبي.

3- الاستريوسكوب ذو المرايا.

4- الاستريوسكوب الكهربائي.

5- أجهزة الإبصار المجسم والتوقيع:ونظراً لتطور استخدام الصور الجوية تم إنتاج أنواع كثيرة أهمها مايقوم بتكبير الأهداف ومدعم بحاسب آليويمكننا مباشرة من تحويل الصورة إلى خريطة رقمية مباشرة وهي أجهزة كبيرة الحجم وذات تكلفة مرتفعة.

مكونات الصور الجوية:

إن الصور الجوية العادية (أبيض وأسود) عبارة عن قطعة من الورق الحساس بأبعاد 23سم × 23سم، مطبوع عليها ظلال تتدرج بين اللونين الأبيض والأسود . تلك الظلال تمثل اختلافات تفاعل ظاهرات سطح الأرض مع الأشعة الشمسية التي يتم تسجيلها بواسطة الفيلم الحساس المصور من الطائرة، ويحرص القائمون بعملية التصوير على إظهار بعض البيانات على هوامش الصورة الجوية وإطارها تفيد في المقام الأول مستخدم الصورة في عملية تفسيره لها.

أ- علامات التنصيص Fiducial marks:

إما أن تظهر على هيئة دائرة في كل ركن من أركان الصورة الأربعة أو على هيئة فتحة في منتصف كل جانب من جوانب الصورة بحيث يمكن تعيين مركز الصورة (النقطة المركزية) عن طريق التوصيل بين كل علامتين متقابلتين بخط وحيث يتقاطع الخطان تقع الخطة المركزية، ويتم الاستفادة منها في التعرف على مواقع مراكز الصور في رسم خط الطيران وفي عمل المجسمات والموزايك المحكم من الصور.

ب- ميزان التسوية Bubble level:

هو عبارة عن خمس دوائر متحدة المركز وتقيس لأقرب نصف درجة، تظهر بداخلها فقاعة هوائية (ميزان مياه) لتوضيح مدى أفقية الطائرة وقت التصوي ر، ويفيد ظهور ميزان التسوية في تحديد درجة واتجاه ميل الطائرة . فمن المعروف أنهإذا قل الميل عن ثلاث درجات يمكن معاملة الصورة الجوية على أنها صورة رأسية أما إذا زاد عن ذلك تُعتبر الصورة مائلة ويجب أخذ بياناتها ببعض الحذر وتحتاج لتعديل وتصحيح.

ج- ساعة زمنية Watch:

هي عبارة عن تدرج ساعة توضح وقت التصوير بالساعة والدقيقة. ويتم الاستفادة منهفي التعرف على كمية الظل المتوقع ظهوره فيها لاختلاف درجة ميل أشعة الشمس باختلاف أوقات النهار والمعروف أن الظل له أهميته عند دراسة الإزاحة التضاريسية وفرق الابتعاد في داخل الصور مما يفيد في تقدير الارتفاع او درجة الانحدار، فإذا كان الظل باتجاه الراصد نرى المعالم مجسمة وإذا حدث العكس تظهر المعالم معكوسة فالجبال منخفضة والوديان مرتفعة.

د- مقياس الارتفاع Altimeter:

هـ- عداد الصور:

عبارة عن مستطيل صغير مقسم إلى ثلاث نطاقات في كل منها رقم ، يدل الأول على رقم الكاميرا ونوعها لما لذلك من دلالة على دقة الكاميرا وسنوات معايرتها وذلك عند استخدام الصور في صنع الخرائط ، أما الرقم الثاني فيدل على تسلسل الصورة داخل الفيلم مما يفيد في التعرف على ترتيبها بين الصور داخل الفيلم الواحد وعند ترقيمها داخل خط الطيران، والرقم الثالث يمثل البعد البؤري لعدسة التصوير وهو ذو قيمة كبرى في تحديد مقياس الرسم التقريبي للصورة الجوية.

و- رقم الخط ورقم الصورة:

في بعض الأحيان يُكتب على هامش الصورة رقمان متتاليان،الأول من جهة اليسار يدل على خط الطيران أما الثاني فيدل على رقم الصورة داخل هذا الخط ، ويُستفاد منهفي تعيين موقع الصورة عند فهرسة خطوط الطيران للمنطقة المراد دراستها كذلك يفيد في ترقيم نقط الربط الأرضي.

ي- الازاحة:

هو اختلاف موقع الجسم المصور على صورتين متتابعتين يمثل الفرق نتيجة للاختلاف في موقع الكاميرا ، أي ظهورتفاصيل ظاهرات سطح الأرض بعيداً عن موقعها الحقيقي وبالتالي عدم دقة قياس المسافات بين الظاهرات ويرجع السبب في ذلك إلى:

1- طبيعة الإسقاط المخروطي.

2- الإزاحة إذا كانت الصورة مائلة.

3- إذا زاد التضرس زادت الإزاحة.

4- تزيد الإزاحة مع زيادة الارتفاع وزيادة الانخفاض في سطح الأرض.

- شكل يمثل الازاحة الناتجة عن فرق الارتفاع
- كيفية تحديد مقدار الإزاحة

أسس قراءة الصورة الجوية:

يقوم مفسر الصور الجوية بالاستعانة بالخرائط والخبرة والزيارات الميدانية اذا تطلب الامر ذلك وبالإضافةإلى تخصصه، حيث أن تفسير الصور الجوية يأخذ عدة مستويات من التعقيد بداية من التعرف البسيط على الأشياء الموجودة على سطح الارض وصولاً إلى المعلومات التفصيلية بين ظاهرات سطح الأرض، بالإضافة إلىأن جودة الصورة تؤثر في عملية التفسير.

عناصر تفسير الصور الجوية:

عند تفسير الصور في معظم التطبيقات يجب أخذ في الاعتبار مايلي:

الشكـــــــــــل:

يشير الشكل إلى الظواهر التي نراها من الجو و نستطيع من خلال الرؤية التفرقة بين ما تصنعه الطبيعة وما يصنعه الإنسان وعلى ذلك تساعد دراسة الشكل التي تبدو علية الظاهرات في الصورة الجوية في تفسير ما تتضمنه فعلى سبيل المثال يمكن لمفسر الصورة التعرف على الطرق ودرجاتها من خلال اتخاذها الشكل الخطى المستقيم من خلال اتساعها وما قد تتعرض له من انحناءات التدفقات الطينية تحمل شكل يختلف عن التدفقات المائية والبراكين غالباً ماتميل لشكل المخروطي.

إذا كان قارئ الخريطة الكنتورية يستطيع التعرف من خلال خطوط الكنتور على شكل سطح معين كذلك قارئ الصورة الجوية يستطيع التعرف من خلال رؤيته للبعد الثالث أن يتعرف بعض الأشكال السابق معرفته لها مثل الهضاب والجبال والتلال والمدرجات النهرية فيمكن له ان يميز الآثار من خلال اشكالها مثل الأهرام في مصر والبنتاجون بالولايات المتحدة، حيث تعطي له الصورة البعد الثالث على غير ما اعتدنا عليه في الدراسات الحقلية ، حيث مسقط الرؤية جانبي. وعلى الرغم من اهمية الشكل فإننا لا نستطيع الاعتماد عليه بمفردة في التعرف على الظاهرات الطبيعية والبشرية.

حجم الأجسام غالباً ما يساعد على تمييز الظاهرات فبما بينها والتعرف على حجم الظاهرة لا يفيد في حد ذاته إلا من خلال مقارنتها بغيرها من الظاهرات . ولابد عند دراسة الحجم ان نتعرف على تأثير مقياس الصورة .فالصورة كبيرة المقاس 1/10000 مثلاً قد تظهر تفاصيل الظاهرة المدروسة على حين قد تضخم هذه التفاصيل ولا تظهر في الصور صغيرة المقياس 1: 50000 فأكثر.

يجب الحرص عند دراسة حجم الظاهرة بحيث نتعرف على موقع الظاهرة داخل الصورة،فالظاهرات التي توجد على اطراف الصورة تكون احجامها معرضة للتشويه ،نتيجة ماتعانيهمن إزاحة تضاريسية وتشوهات الإسقاط المركزي لعدسة التصوير.

الحجــــــم Size:

النمط Pattern:

نقصد به التوزيع المكاني للظواهر فطريقة انتظام الظاهرات تعطي للقارئ دلالة لتفسيرها والتعريف بها ، فعلى سبيل المثال إذا لاحظ قارئ الصورة انتظام توزيع الأشجار في مناطق الغابات ،فإن معنى ذلك أنه بصدد منطقة معاد تشجيرها فهي تختلف عن الغابات الطبيعية غير منتظمة التوزيع، أو من مناطق الزراعات البستانية المخططة حيث نجد ان هذه الزراعات منتظمة الصفوف والأبعاد.

كما قد يظهر اختلاف النمط في توزيع النباتات في المناطق الطبيعية تأثيرات جيومورفولوجية لها أهميتها. ومن الأمثلة التي تحتاج إلى بيان أنه من خلال دراسة أنماط شبكات التصريف النهري وما تعرضه من تغيرات داخلها يمكن الخروج بدلالات جيومورفولوجية مهمة من عوامل نحت ومن طريقة انتظام الشبكة النهرية هل هي شجرية مثلاً وعلاقتها بالتركيب الجيولوجي والفوالق والانكسارات على تحديد وتوجيه مسار الوديان في الشبكة.

الظلال Shadows:

تبدو أهمية الظل واستخداماته داخل زوجيات الصورة. حيث يساعد الظل في رسم هيكل الظاهرة مثل المنخفضات والتضاريس الرأسية وتُستخدم الظلال في المساعدة في تفسير المناطق المبهمة ربما كانت مترابطة مع انزلاقات أرضية وأخاديد وتكون هذه الظواهر بأحسن مايمكن في الصباح الباكر أو بعد الظهر المتأخر حيث تكون الظلال طويلة.

والظلال قد تخفي تماماً بعض الظاهرات الواقعة داخل ها مما يزيد من صعوبة تفسير تلك المناطق.

درجة اللون Tone:

يعد اللون أحد المكونات الرئيسية في الصورة الجوية ويُقصد به تدرج اللون الأبيض إلى اللون الأسود ويمكن أن يكون الاختلاف اللوني راجعاً إلى اختلاف الظاهرة مثل الكثبان الرملية قد تبدو بيضاء اللون على حين تبدو مناطق المستنقعات الرطبة سوداء داكنة أو مثل السهول الزراعية تختلف باختلاف محاصيلها أو مثل الغابات تختلف باختلاف عمر ونوع الأشجار.



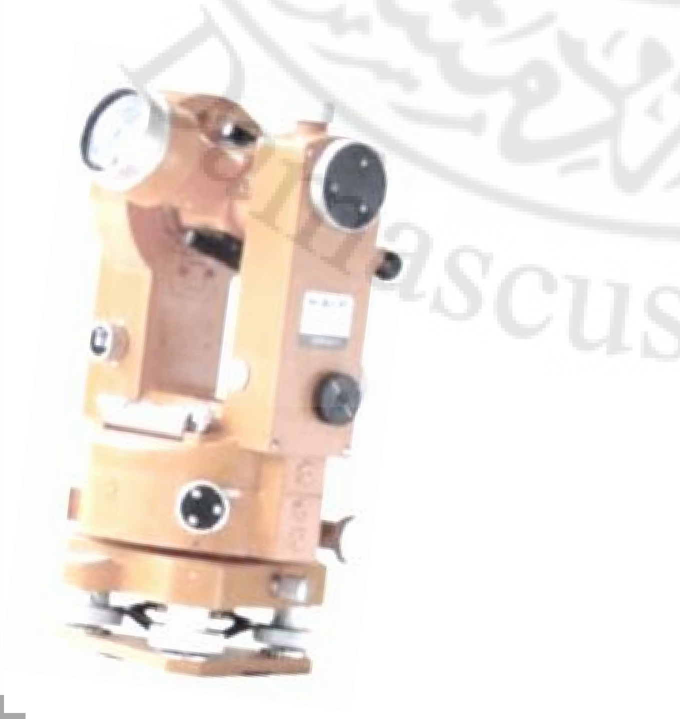
أنظمة القياس

جغرافية / سنة رابعة

المحاضرة الثامنة

أنظمة المسح الفضائي الاستشعارية وخصائص الصور الفضائية

د. يارا الويش





المحاضرة الثامنة

أنظمة المسح الفضائي الاستشعارية وخصائص الصور الفضائية

د. يارا الويش

هناك عدة أنظمة للمسح الاستشعاري الفضائي أو الجوي وذلك تبعاً لأجهزة المسح المركبة على متن التوابع الصنعية أو الطائرات وتحوي إما مستشعرات سلبية متلقية أو مستشعرات إيجابية فعالة أهمها:

1- أنظمة المسح المتعدد الأطياف:

تتمثل بنوعين من الأجهزة التي تستقبل أو تتلقى الأشعة المنعكسة عن سطح الأرض ضمن مجال طيفي (0.4- 2.1 ميكرومتر) وهي:
مواسح الكترونية متعددة الأطياف تقوم بتسجيل الأشعة المنعكسة عن سطح الأرض رقمياً على أشرطة خاصة تحملها الأجهزة ثم تبث من جديد إلى محطات الاستقبال الأرضية التي تسجلها على أشرطة خاصة تصحح هندسياً وشعاعياً. مثل الماسح الغرضي الأميركي TM الذي يتألف من سبع قنوات طيفية ضمن المجال المرئي وتحت الأحمر الحراري بقدرة تمييز / 30م/ و /120م/ للحراري.
الماسح الغرضي TM المتعدد الأطياف
والماسح MSS الذي يتألف من أربع قنوات طيفية ضمن المجال (0.5- 1.1 ميكروميتر) بقدرة تمييز 79 متر. والتابع الفرنسي (HRV) Spot الذي يتألف من ثلاث قنوات طيفية بقدرة تمييز 20م للملون و 10 م للبانكروماتيك.
التابع الصنعي الروسي Cosmos:
أُطلق Cosmos-1 في 16 آذار 1962م على ارتفاع 220 كم. ثم تبعه سلسلة من التوابع مخصصة لمراقبة الأرض ويحمل عدة أنواع من الكاميرات مثل TK- 350 بقدرة (5- 10م)، والكاميرا KVR- 1000 بقدرة تمييز (2- 3 م) في مجال البانكروماتيك.

إن استخدام معطيات الصور الفضائية المتعددة الأطياف المأخوذة في مجالات واسعة من الطيف الكهرطيسي يسمح بالحصول على معلومات نوعية جديدة أكثر تكاملاً حول خصائص

مركبات الوسط الجيولوجي وتلوث المياه والترب السطحية والكوارث الطبيعة والزراعة والبيئة وغيرها.

2- أنظمة المسح الحراري:

تقوم بعمليات المسح ضمن المجالات الحرارية المخصصة للعديد من الدراسات الأرضية. وتعتمد على تمييز الفروق الحرارية للمظاهر الأرضية السطحية. ويمتد طول موجة الأشعة الحرارية بين (2.5 – 15 ميكرومتر) وتُقسم إلى:

- الأشعة تحت الحمراء المتوسطة: (2.5 – 15 ميكرومتر).
- الأشعة تحت الحمراء البعيدة: (15– 1000 ميكرومتر)

الاستخدامات:

يُستخدم المسح الحراري بفعالية عند دراسة ظواهر الشذوذ الحراري المرتبط بالنشاك الحراري الأرضي والبركاني. واكتشاف الطاقة الحرارية الجوفية كالمياه الحارة والبراكين والمكامن المعدنية ودراسة الينابيع العذبة ونطاقات التشقق و التصدعات الفالقية والنطاقات الدافئة والتلوث بمختلف أشكاله، والبحث عن الآثار والكهوف والدراسات الليتولوجية وغيرها.

ويفيد المسح الراديوحراري في تقييم رطوبة وتملح الترب وتحديد مستوى المياه القريبة من السطح على أعماق (2 – 2.5 م).

أنظمة المسح الراداري:

تتمثل بالمستشعرات على متن التوابع الصنعية أو الطائرات التي تطلق الأشعة الكهرطيسية نحو الأرض التي تتفاعل مع الظواهر الموجودة عليها وتتلقى الأشعة المنعكسة عنها والحصول على الصورة الرادارية ومثالها الرادار ذو الفتحة الجانبية والرادار النقطي لذلك يُدعى الرادار بالنوع الفعال أو الإيجابي في الاستشعار عن بعد.

يستخدم المسح الراداري الأطوال الموجية التي تتراوح بين عدة ميليمترات وحتى 25 م. من

مميزات المسح الراداري:

1- أنه يمكن استخدامه في كل الأوقات والظروف بغض النظر عن الغيوم أو الطقس السيئ أو شروط الإضاءة أو وجود الغابات لذلك يعتبر وسيلة فعالة جداً وخاصةً إذا علمنا أن (70%) من سطح الأرض مغطى بالغيوم.

2- يملك الرادار ذو الفتحة الجانبية حساسية عالية بالنسبة للأشكال المختلفة لسطح الأرض والتضاريس والمياه بمختلف أشكالها، ورطوبة التربة والنبات والجليد والأرض المليئة بالمستنقعات وكذلك لأمواج البحر والمحيطات.

3- يستطيع المسح الراداري أن يخترق الترب والصخور الرخوة لعشرات الأمتار ويحدد المياه الجوفية على أعماق تصل إلى مئة متر في الرادار النقطي بالأراضي الرملية بشكل مباشر لذا يُستخدم في دراسة التضاريس الأرضية بشكل جيد ودراسة سطح الأرض على أعماق قليلة وتحديد الأشكال الباليوجغرافية للعصور الجيولوجية الحديثة. ومجاري الأنهار القديمة وتحديد المظاهر البنيوية والتكتونية. وتضاريس المنحدر القاري في البحار اعتماداً على خصائص مظاهر سطح المياه فيها ويساعد في تحديد سماكة الطبقات السطحية الطرية وعلاقتها مع الصخور الأم الواقعة تحتها وغيرها.

4- تصل قدرة تمييز الصور الرادارية إلى 15 م كما في الألماظ الروسي أو الرادار سات الكندي.

- التابع الصنعي الراداري الأوروبي: أُطلق ERS-1 عام 1991 و ERS-2 عام 1995. ويحمل رادار SAR الذي يعمل ضمن المجال C ويعطي صوراً فضائية رادارية بقدرة تمييز (25- 30 م)

4- المسح التلفزيوني:

يتم القيام به بشكل مباشر أثناء عمليات المسح ذاتها ضمن المجال المرئي وتتصف بدقة جيومترية عالية وإمكانية الحصول على الرؤية المجسمة. وتُؤخذ بالكاميرات التلفزيونية التي تُركب مع بقية الأجهزة على متن منصات المسح.

يوجد عدة توابع من هذا النوع منها ميتيور الروسي ونيميوس الأميركي.

5- المسح الليزري:

هو المسح الذي يتم بالأجهزة الليزرية في المجال الطيفي الأقل من (0.3 ميكرومتر). تطور هذا النوع من المسح بشكل كبير في الآونة الأخيرة ويمكن أن يقيس البعد الثالث في المسح التفصيلي للمدن والبلدان.

وهناك طرق أخرى كالمسح المغناطيسي والشعاعي وغيرها.

خصائص الصور الفضائية:

تتميز الصور الفضائية والمعطيات الاستشعارية بصفات وخصائص:

1- الشمولية والمقاييس المتعددة:

تتميز الصور الفضائية بشموليتها حيث تُغطي صورة واحدة من نوع ميتيور مثلاً عشرة ملايين كيلومتر مربع، وتُغطي بأنواع أخرى من التوابع مساحات أكبر، ويُقسم العلماء الدارسون لمئات آلاف الصور الفضائية هذه الصور حسب مقاييسها ومستويات شموليتها إلى:

أ- الصور الشاملة: التي مقاييسها 1/ 5 - 15 مليون والتي تُغطي مساحات هائلة تتراوح بين 15 مليون كيلو م^2 وحتى عدة ملايين كيلو متر مربع والمأخوذة بالمراكب الفضائية الروسية من نوع زوند أو نيمبوس أو ميتيور وكذلك المراكب الفضائية من نوع أبوللو وغيرها.

ب- المستوى الثاني: من الصور يُدعى بالصور القارية التي تتراوح مقاييسها بين 1/ 5 مليون - 2.5/1 مليون والتي يمكن أن تُغطي قارات بأكملها أو أجزاءها الأساسية.

ج- الصور الإقليمية: مقاييسها 1 / مليون وتُستخدم بشكل رئيسي في الأبحاث الجيولوجية بما فيها تحديد البنيات الحلقية، ويمكن أن تُغطي مساحات متفاوتة تتجاوز عشرات آلاف الكيلومترات المربعة. وأهمها تلك التي يتم الحصول عليها من سلسلة أقمار كوسموس أو أقمار لاندسات الأميركية، حيث تُغطي صورة واحدة منها بمقياس 1/ مليون (34 ألف كم^2)، والتي تحتاج إلى (1600 صورة جوية) بمقياس (1/ 20000) لتغطيتها.

د- الصور المحلية: بمقياس (500000/1 - 200000/1 - 100000/1) ويمكن أن تُغطي عدة آلاف مثل آستر الأميركي و سبوت الفرنسي. أو بعض الصور عدة مئات من الكيلومترات المربعة ويمثلها صور لاندسات الروسية والهندية ذات قدرات التمييز عشرات الأمتار.

هـ- الصور التفصيلية: مقياس (50000/1) وحتى 1/ 10000 أو 5000/1 أو 3000/1 وتغطي عدة مئات من الكيلومترات وحتى عدة عشرات من الكيلومترات المربعة. وتُستخدم صور كوسموس أو لاندسات أو سبوت أو أوراس الهندي أو أيكونوس أو كويك بيرد أو أورب فيو.

ويمكن أن تصل قدرة تمييز بعض الصور إلى 61 سم كما في الصور التي يتم الحصول عليها من التابع الأميركي كويك بيرد. أو 41 سم. وهكذا يتبين أنه من خلال صورة فضائية واحدة يمكن أن نرى في آن واحد وبنفس الشروط الطبيعية مساحة كبيرة جداً من الأرض لم يكن بالإمكان الإطلاع عليها ومعرفتها بالأحوال العادية سابقاً.

2- التكرارية:

تعني أنه يمكن الحصول على صور جديدة لنفس المنطقة بعد فترة زمنية محددة. ففي التوابع الصنعية المناخية يمكن الحصول على صور جديدة كل نصف ساعة، وفي التابع الصنعي

الأميركي نوع ايكونوس نحصل على صور جديدة خلال الفترة ما بين (1,5 – 2,5 يوم). وفي التابع الصنعي كويك بيرد تكون التغطية المتكررة كل (1 – 3,5 يوم). وفي التابع لاندساتتكون التغطية كل (16 يوم).

3- قدرة التمييز المكانية:

تُعرف بأنها أصغر مساحة يمكن للمستشعر أن يميزها على سطح الأرض وتمثل خلية صورية واحدة (بيكسل) الذي يُعتبر أصغر عنصر في الصورة. تتميز الصور الفضائية بقدرات تمييز واسعة تتراوح من عدة كيلومترات في الصور القارية أو التي تُغطي مساحات واسعة جداً إلى عدة مئات من الأمتار إلى عدة عشرات من الأمتار أو عدة أمتار أو متر أو عشرات السنتيمترات. وبالتالي يمكن من خلال الصورة الفضائية دراسة أي منطقة بمختلف المقاييس وقدرات التمييز من الشكل الإقليمي وحتى الشكل المحلي التفصيلي. وهذا يقلل الكثير من التكاليف والجهد ويسمح بوضع المخططات الغرضية المختلفة بمقاييس تصل حتى 1000/1 بما فيها الخرائط الطبوغرافية. وتتحسن قدرات التمييز مع المستقبل. حيث يمكن الآن الحصول على صور بقدرة تمييز 41 سم.

4- الخصائص الطيفية الواسعة للصور الفضائية:

تتميز الصور الفضائية بأنها تُؤخذ ضمن مجالات طيفية واسعة من الليزري والمرئي وحتى تحت الأحمر القريب والبعيد والحراري ثم الراداري. أي ضمن مجال طيفي يتراوح بين 0,3 ميكرومتر و (0,4 – 0,7 ميكرومتر) و (0,7 – 1,1 – 1,5 – 3,5 – 4,5 ميكرومتر) و (8 – 14 ميكرومتر) و (30 – 80 ميكرومتر) و 1 مم حتى عدة أمتار.

5- المعلوماتية العالية للصور الفضائية:

تبعاً للخصائص المتميزة للصور الفضائية أو الجوية الاستشعارية فإن المعلومات التي توفرها تكون كبيرة ودقيقة وشاملة بحيث يمكن الاستفادة منها في دراسة مختلف أشكال الموارد الأرضية السطحية والعميقة، وفي التخطيط الإقليمي والتنظيم العمراني. بالإضافة إلى الدراسات البيئية والمناخية والتلوث في مختلف الأوقات وفي مناطق لا يمكن الوصول إليها كالغابات الكبيرة أو المناطق الجليدية أو مناطق الغيوم المستمرة أو الصحاري وغيرها. وبالتالي توفر الكثير من الوقت والجهد والمال.

6- إمكانية معالجة هذه الصور واستخدامها ضمن نظام المعلومات الجغرافية:

نظراً لأن هذه الصور بغالبيتها رقمية ومسجلة على أقراص ليزرية فإنه يمكن معالجتها وتحليلها وتفسيرها بمختلف الطرق والبرامج الحديثة مثل (Erdas Imagine – Snap – ErMapper) وغيرها واستخدامها ضمن نظم المعلومات الجغرافية.

7- إمكانية أرشفة هذه الصور بأشكال مختلفة منها:

- الشكل الورقي أي صور ورقية عادية ذات أبعاد يمكن أن تصل إلى عدة أمتار أو أكثر وطول عدة أمتار.
- على شكل أفلام تصوير خاصة.
- على شكل شفافيات.
- على شكل ديسكات أو أقراص ليزرية مرنة متفاوتة الاستيعاب أو أجهزة تخزين عالية الاستيعاب أو فلاشات.
- على شكل أشرطة فيديو وخاصة الصور التلفزيونية.
- على شكل أشرطة مغناطيسية.



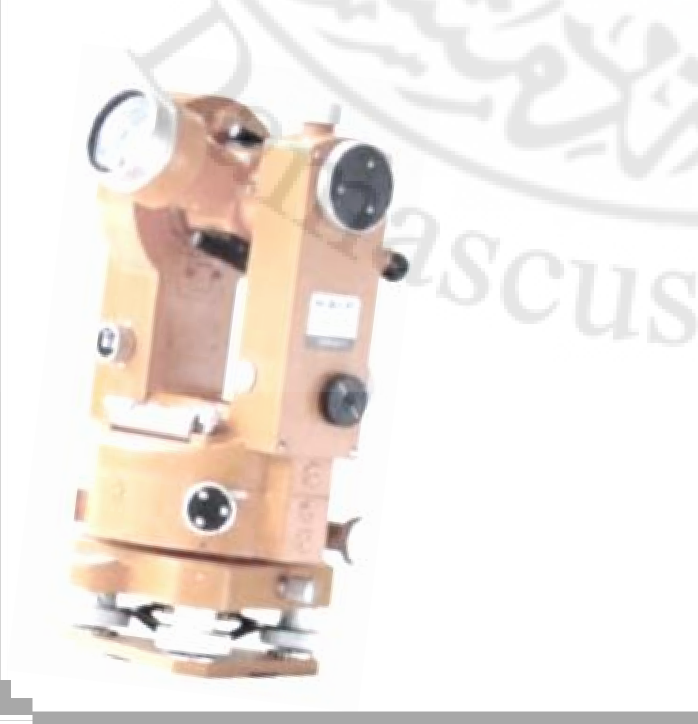
أنظمة القياس

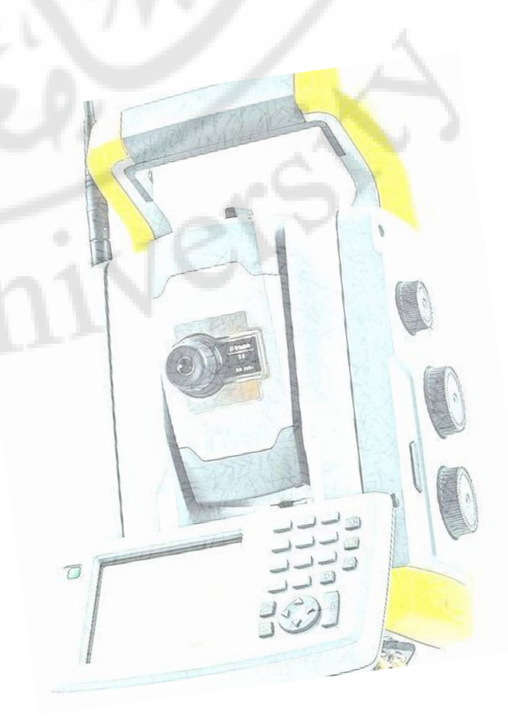
جغرافية / سنة رابعة

المحاضرة التاسعة

أجهزة القياس والرصد والمسح الفضائي

د. يارا الويش





المحاضرة التاسعة

أجهزة القياس والرصد والمسح الفضائي

د. يارا الويش

مقدمة:

كانت اللجنة العلمية لمنظومة مراقبة الأرض (EOS) التابعة لوكالة NASA قد أصدرت تقريراً عام 1988 تقريراً يدعو إلى وضع استراتيجية بعيدة المدى لقياس الإشارات الحيوية للأرض. وكان ذلك عن طريق استخدام مستشعرات محمولة على متن توابع صنعية تستطيع رؤية الأرض من الفضاء.

1- التابع TERRA:

أُطلق عام 1999 ويحلق على ارتفاع 705 كم من سطح الأرض. ويتم التحكم في مستشعراته من أحد مراكز القيادة الملاحية الفضائية التابعة لوكالة ناسا ليقوم بفحص شامل لحالة كوكب الأرض. فكل شيء من الغيوم والنباتات حتى أشعة الشمس ودرجة الحرارة والجليد والتغيرات في الطاقة الشمسية المنبعثة والرياح العاصفة فوق المحيطات الت يقيسها تؤثر في المناخ.
لقد بدأ التابع تيرا جمع هذه المعلومات يومياً من الأرض كلها. وفيما يدور هذا التابع حول الأرض من القطب إلى القطب، تقوم أجهزته الحساسة بتعقب الإشارات الحيوية للأرض تباعاً من المناطق مختلفة التي تدخل في مجال رؤيته.
يحمل التابع TERRA المستشعرات التالية:

أ- المستشعر ASTER:

جهاز قياس الانبعاث والانعكاس الحراري المتطور المحمول فضائياً. وتتراوح دقة تمييزه المكاني بين (15 و 90 م). وهو يقيس الإشارات الخاصة بالكساء الخضري والغطاء الثلجي والجليد البحري والكوارث الطبيعية واستخدام الأرض ودرجة حرارة المحيط والكتل الجليدية والغيوم.
وهو يعمل في مجالات الطيف المرئي وتحت الأحمر القريب وتحت الأحمر المتوسط وتحت الأحمر الحراري. ويقيس آستر الطاقة والحرارة اللتين تصدرهما السطوح المختلفة لليابسة. وتُعد هذه الإشارات مفيدة في تحديد أنواع الصخور والتربة والغطاء النباتي. ويستطيع المستشعر آستر أيضاً متابعة التغيرات التي تحدث في المعالم السطحية الأخرى مثل انحسار الكتل الجليدية والصفائح الجليدية واتساع حدود الصحاري وإزالة الغابات والفيضانات والحرائق الكبيرة.

ب- المستشعر سيريس:

هو نظام رصد الغيوم وطاقة الأرض الإشعاعية. وهو أول مستشعر صنعي يُسجل فيض الإشعاعات عبر الغلاف الجوي. ويرجع استخدام هذا المستشعر إلى أن التنبؤ بتغيرات الحرارة على نطاق الكرة الأرضية يتطلب فهماً دقيقاً لمقدار الإشعاع الذي يدخل جو الأرض أو يخرج منه على شكل حرارة وضوء. والباحثون لا يستطيعون حتى الآن معرفة سبب اختفاء نحو 8% من الطاقة الإشعاعية الشمسية التي ترد إلى جو الأرض. وأحد التفسيرات التي يمكن طرحها حول الطاقة المفقودة هو أن الغيوم والهباء الجوي يمتصان الطاقة ويبعثرانها في جو الأرض الأسفل. ومن أجل التحديد الكمي للدور الذي تؤديه الغيوم سوف يقوم المستشعر سيريس بمساعدة معلومات ترد من مستشعر آخر بقياس تدفق الإشعاع بدقة تساوي ضعف دقة المستشعرات السابقة في كل من طبقات الغلاف الجوي العليا وعلى سطح الأرض.

ج- المستشعر موبيت:

يُستخدم المستشعر MOPIT لقياس التلوث في الغلاف الجوي السفلي. وهو ما يُسمى بطبقة التروبوسفير ويُعتبر أول مستشعر يقتفي أثر الملوثات حتى مصادرها. ويستخدم مقياس إشعاع ماسح يعمل بتقنية التحليل الطيفي لترابط الغازات. والغازان اللذان لا يستطيعان الإفلات من المستشعر موبيت هما الميثان وأول أوكسيد الكربون فهو يقيس توزيعهما وتركيزهما الشاملين في جو الأرض الأسفل. والميتان هو أحد غازات الاحتباس الحراري ويتصف بمقدرة على أسر الحرارة تساوي نحو 30 ضعفاً من مقدرة ثاني أوكسيد الكربون وهو يصدر عن المستنقعات وقطعان الماشية والرواسب الجليدية في قاع البحر. ولكن ناتج هذه المصادر كل على حدا غير معروف.

د- المستشعر ميسر (MISR):

هو مقياس الإشعاع الطيفي للتصوير المتعدد الزوايا. ويقيس إشارات الغطاء الخضري، والإشعاع والكوارث الطبيعية، واستخدام الأرض، والغيوم، والهباء الجوي. وهو يلتقط صوراً مجسمة للغيوم وأعمدة الدخان بواسطة تسع كاميرات. فعن طريق النظر إلى الأرض المضاءة بأشعة الشمس من خلال تسع زوايا متباعدة في الوقت نفسه يستطيع المستشعر جمع صور شاملة لضوء الشمس المنعكس بأربعة ألوان: الأزرق والأخضر والأحمر وتحت الأحمر القريب. والطريقة التي تتغير بها الانعكاسات من زاوية إلى أخرى سوف تسمح بتمييز الأنواع المختلفة من الغيوم والهباء الجوي وسطح اليابسة. ويستطيع الباحثون ضم مرئيات المستشعر ميسر مع بعضها واستخدام تقنيات التجسيم لتوليد نماذج ثلاثية الأبعاد. تساعدهم على تعقب الهباء الجوي وأعمدة الدخان حتى مصادرها.

هـ - المستشعر (MODIS):

هو مقياس الإشعاع الطيفي للتصوير على المسافات المتوسطة. والإشارات التي يقيسها هي: إنتاجية المحيط، والكوارث الطبيعية، واستخدام الأرض، ودرجة حرارة اليابسة، والحرائق، والغيوم، ودرجة حرارة الهواء، والهباء الجوي، وبخار الماء، والكساء الخضري، والغطاء الثلجي، والجليد البحري، والإشعاع، ودرجة حرارة المحيط. والخاصية التي يتميز بها هذا المستشعر أنه الوحيد الذي يستطيع أن يرى سطح كوكب الأرض برمته كل يوم أو يومين. وهو يستخدم أربع مجموعات من الكواشف الحساسة للضوء المرئي وللإشعاع الطيفي تحت الأحمر القريب والمتوسط والحراري.

وبالنظر إلى الأرض برمتها من خلال 36 مجالاً طيفياً منفصلاً يتعقب الماسح موديس صفيفاً من إشارات الأرض الحيوية أوسع مما يراه أي من المستشعرات الأخرى للقمر تيرا. ويقوم هذا المستشعر بوضع خرائط انتشار الجليد والثلج اللذين تنتجهما عواصف الشتاء ودرجات الحرارة المتدنية. ويسجل أين ومتى تندلع الكوارث كالبراكين والفيضانات والعواصف العنيفة وحالات الجفاف والحرائق. وسوف يساعد على إرشاد الناس إلى كيفية تفادي أذاها. والمجالات الطيفية للمستشعر موديس حساسة للنار على وجه الخصوص فهي تستطيع تمييز النيران الملتهبة من الخامدة.

المستشعر AVHRR:

هو مستشعر راديومتري عالي قدرة التمييز. يُستخدم في العديد من التوابع المناخية والاستشعارية. ويتضمن خمس قنوات تعمل بمجالات طيفية مختلفة ولأهداف مختلفة.

تابع تخريط الأمطار الاستوائية TRMM:

إن القمر الصناعي الأول الذي كانت مهمته الأساسية قياس كمية الهطولات هو تابع تخريط الأمطار الاستوائية (TRMM) وهو مشروع مشترك بين الولايات المتحدة (ناسا) واليابان (ناسدا). ويحمل ثلاث أجهزة مسح أساسية:

1- الرادار المطري PR: صُنع في اليابان ويقيس توزع الأمطار بشكل ثلاثي الأبعاد بقدرة تمييز (4,3 كم).

2- ميكروويف راديومتر متعدد القنوات (TMI): يجمع البيانات على العمود المتكامل، محتوى الأمطار وتوزعها الفعلي وكثافتها ويعمل ضمن خمس ترددات بقدرة تمييز من 5 حتى 45 كم.

3- الماسح تحت الحراري المرئي (VIRS): يغطي بيانات بقدرة تمييز عالية (2,1 كم) عن غطاء الغيوم، نوعية ونماذج الغيوم ودرجة الحرارة أعلى الغيوم.

4- مستشعر الغيوم والطاقة الإشعاعية للأرض (سيريس): يقيس الطاقة في الجزء العلوي من الغلاف الجوي، وكذلك تقديرات مستويات الطاقة داخل الغلاف الجوي وعلى سطح الأرض باستخدام معلومات من أدوات تصوير الغيوم عالية الدقة جداً على نفس المركبة الفضائية. يحدد سيريس أيضاً خصائص السحب بما في ذلك الكمية، علو، وسمك وحجم جسيمات السحابة.
5- يحمل التابع أيضاً ماسح التصوير الضوئي (LIS) وهو أداة صغيرة متطورة للغاية يستطيع أن يكشف ويحدد البرق فوق المنطقة الاستوائية من العالم وكذلك الومضات الخاطفة المرتبطة بالمطر الشديد والغيوم ونظام طاقة الأرض الإشعاعية.

تابع أورا (AURA):

هو تابع متعدد الجنسيات للبحوث العلمية أطلقته وكالة ناسا الفضائية في مدار حول الأرض لدراسة طبقة الأوزون ونوعية الهواء والمناخ ويدرس الغلاف الجوي العلوي.
يحمل التابع أربعة مستشعرات لدراسة كيمياء الغلاف الجوي:
1- (HIRDLS): يقيس الأشعة تحت الحمراء من الأوزون، وبخار الماء، ومركبات الكربون الكلورفلورية، والميثان ومركبات النيتروجين. كما يقيس بدقة ودرجة وضوح عالية غازات الأثر ودرجة الحرارة والهباء الجوي في أعلى التروبوسفير، الستراتوسفيروالميزوسفير.
2- (MLS): يدرس انبعاثات الأوزون والكلور والغازات النادرة الأخرى، ويوضح دور بخار الماء في ظاهرة الاحتباس الحراري.
3- (OMI) جهاز رصد الأوزن: يستخدم الأشعة فوق البنفسجية والمرئية لإنتاج خرائط يومية عالية الدقة.
4- (TES) مطياف الانبعاث التروبوسفير: يقيس الأوزون في طبقة التروبوسفير في موجات الأشعة تحت الحمراء. وأيضاً أول أوكسيد الكربون والميثان وأكاسيد النيتروجين.

توابع (SENTINELS):

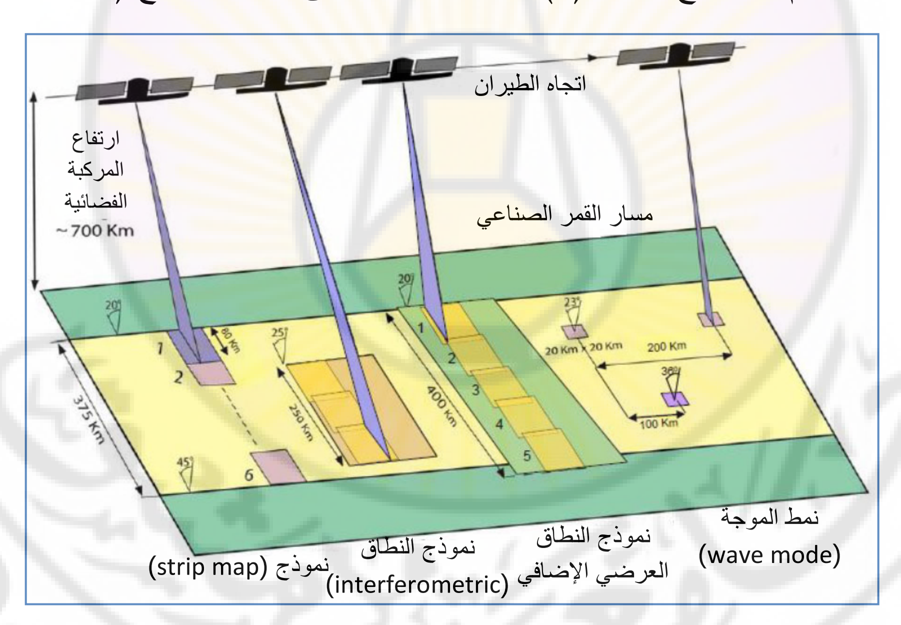
هذه المرئيات صادرة عن منظمة المراقبة العالمية للبيئة والأمن (GMES) وهي مبادرة مشتركة للمفوضية الأوروبية (EC)، ووكالة الفضاء الأوروبية (ESA). وتضمنت (GMES) مكونات فضائية (GSE) تُسلم بيانات فضائية خلال مهمات الأقمار الصناعية وهي من نوع (sentinels) وتُصنف كما يلي:

- Sentinel1: هو مهمة للتصوير الراداري العالمي.
- Sentinel2: مهمة تصوير بصرية لمراقبة الأرض، والمناطق الساحلية.

- Sentinel3: مهمة تصوير بصرية (optical) ذو دقة تمييز منخفضة، وكُرِّست معطياته لدراسة المحيطات.
- Sentinel4,5: مهمتها التصوير لمراقبة الغلاف الجوي، وتعتمد على الأقمار (LEO) و (GEO) البصرية[1].

أ- المرئيات الفضائية (Sentinel1):

يتم الحصول على هذه المرئيات من القمر الصناعي (Sentinel1). وهو قمر صناعي تم إطلاقه من قبل وكالة الفضاء الأوروبية (ESA) في 29 أيلول عام 2014م. يشبه أنظمة (SAR). تتضمن مهمة هذا التابع استمرارية في بيانات C-band SAR التي بُنيت على منصة (ESA).ويقدّم هذا القمر بيانات رادارية عن الكوارث وتغير القشرة الأرضية بعد الزلازل والانهيارات الأرضية، أو قبل ثوران البراكين، كذلك يستطيع هذا القمر تقديم صوراً جيّدة على الرغم من وجود الغيوم، خصوصاً في المناطق المدارية حيث يصعب الحصول على صور واضحة بسبب الغيوم[2].ويوضح الشكل (1) طرق الحصول على مرئيات التابع (Sentinel1).



الشكل (1): طرق الحصول على مرئيات التابع (Sentinel1)

المصدر : https://earth.esa.int/web/sentinel1.tbx

---

[73]S. J Baillarin , A. Meygret , C. Dechoz , B. Petrucci , S.Lacherade , T. Tremas, (2012). Sentinel-2 level-1 products and image processing performances. International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume xxxix-b1. Melbourne, Australia. P:1.

[2]Evert Attema, PiereBargellini, Peter Edwards, (2007). **The radar mission for GMES operational land and sea mission services**. Earth Observation Programs,ESTEC, The Netherlands. P: 17

يتم الحصول على مرئيات التابع (Sentinel1) ضمن ثلاث مستويات حسب الهدف من الدراسة. ويوضح الجدول (1) منتجات القمر الصناعي (Sentinel1).

جدول (1): منتجات القمر الصناعي (Sentinel1):

المستويات (Levels)	نوع البيانات
المستوى (0)	بيانات خام فقط
المستوى (1)	بيانات (SLC, GRDH)
المستوى (2)	بيانات (OCN)

المصدر : Sentinel1 toolbox, Valencia university, Spain. 12 september.2014

يتضح من الجدول السابق أنواع منتجات القمر الصناعي (s-1) كما يلي:

أ- منتجات المستوى (0): منتجات هذا المستوى عبارة عن معلومات مضغوطة غير معالجة مع بيانات مساعدة. إذتكون منتجات SAR level (0) للنماذج (SM,IW,EW) صالحة لمستخدمي مرئيات (sentinel1).

ب- منتجات المستوى (1): تُقسم إلى ما يلي:

- منتجات أحادية الرؤية ذات المدى المائل (Slant Range Single Look complex products (SLC)):

تزود منتجات (SLC) ببيانات في المدى المائل هندسياً (slant – range geometry)، وأحادية الرؤية. تحتوي على معلومات المسافة والغزارة (amplitude).

حيث يتم تمثيل كل عنصر صورة بطريقة عقدية يحتوي على فرق الطور والسعة ويتم اختيار هذا النمط عند دراسة تشوهات الأرض وحركتها حيث يتضمن معلومات اكثر من النمط (ground range detection)

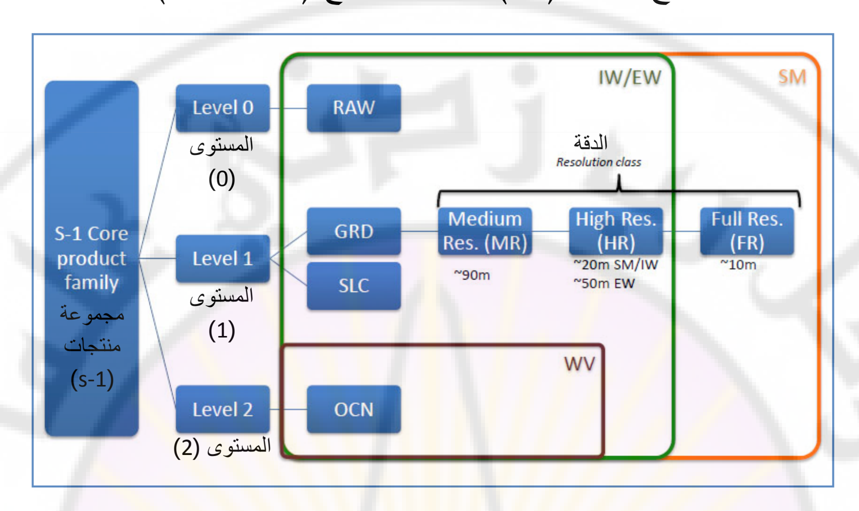
- منتجات مرجعة جغرافياً ذات المدى الأرضي (Ground range detected geo-referenced products (GRDG)):

تكون بيانات هذا المنتج مرجعة جغرافياً، وهي بيانات متعددة الرؤية (multi-look) ومُرجعة إلى الأرض باستخدام نموذج الإهليلج الأرضي. تُبقي على اتجاه ممر القمر الصناعي الأصلي وتتضمن معلومات الإرجاع كاملةً[3].

[3] Andrea Minchella, (2016). Sentilnel-1 Over View. ESA Snap Sentinel1 training course. Harwell. Oxfordshire. U.K. p:13.

ج- منتجات المستوى (2):

هذه المنتجات مشتقة من بيانات (SAR) وهي مخصصة لدراسة (السرعة الشعاعية، الرياح، الأمواج). وتحتوي على معلومات رياح المحيط، أطياف الموجة الممتلئة، ومعلومات السرعة الشعاعية السطحية[4]. ويوضح الشكل (16) منتجات التابع (sentinel1).



الشكل (16): مجموعة منتجات التابع (s-1)

يمكن عرض منتجات (s1- slc) في أربعة نماذج تصوير خاصة بدقات تمييز وتغطية مختلفة. والموضحة في الجدول(5) والشكل (17).

الجدول(5): نماذج التقاط المرئيات للقمر الصناعي (Sentinel1)

نموذج SAR (نمط الاستقطاب)	نسبة النموذج (Mode Rate)
IW	نسبة قطعة كبيرة (high bit rate)
EW	
SM (s1->s6)	
WV	نسبة قطعة صغيرة (low bit rate)

المصدر : https://earth.esa.int/web/sentinel1.tbx

[4]الموقع الإلكتروني لوكالة الفضاء الأوروبية الخاص بمنتجات (sentinel1): https://earth.esa.int/web/sentinel1/tbx

يدور القمر (Sentinel-1) بمجال شبه قطبي وعندما يتحرك القمر من الأعلى للأسفل يُعتبر مسار هابط (Descending). وعندما يحلق من الأسفل للأعلى يُدعى مسار صاعد (Ascending).[5]

تم في هذه الدراسة اختيار المرئيات من النوع (S1B GRDH) وهي مرئيات رادارية مثبتة بإحداثيات جغرافية للمجال الطيفي (C). تم بعدها تحديد اتجاه طيران القمر (مسار هابط). فعندما يكون الهدف من الدراسة هو المراقبة يجب اختيار المرئيات الرادارية بحيث يكون لها المسار واتجاه التحليق نفسه.ويوضح الشكل (18) القمر الصناعي (Sentinel-1)



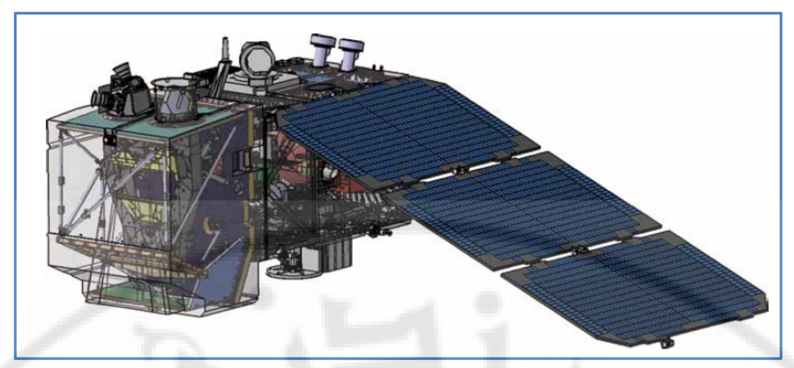
الشكل(18): القمر الصناعي (Sentinel-1)
المصدر: /https://sentinel.esa.int

ب- المرئيات الفضائية (Sentinel2):

يتم الحصول على هذه المرئيات من القمر الصناعي الأوروبي (S-2) للتصوير الضوئي للأرض. الذي تم إطلاقه في نهاية العام (2013م) من قبل وكالة الفضاء الأوروبية (ESA) كجزء من برنامج (Copernicus) الفضائي. يزن هذا القمر (1.2طن)، وفترة عمله (7سنوات). يوضح الشكل (2) القمر الصناعي (Sentinel-2).

يتميز هذا القمر باحتوائه على أجهزه علميَّة لمسح رقعة واسعة من الأرض بحيث تكون الصُّور عالية الدقة بسبب التصوير متعدد الأطياف الذي يحتوي على ثلاث عشرة حزمة طيفيَّة والهدف منه هو مسح الأرض من عدة جهات وتصوير كل مكان في الأرض مرة واحدة كل خمسة أيام وتكرارها عدة مرات لمعرفة التغييرات المناخيَّة والطبيعيَّة[6].

[5]Andrea Minchella, (2016). Sentilnel-1 Over View, (op.cit). p:8
[6]European Space Agency (ESA),(2015). Sentinel-2 User Hand Book,ESA Standard Document. Issue1. Rev 2, European Union. P:5.



الشكل(21): القمر الصناعي (Sentinel-2)

المصدر: https://sentinel.esa.int/

يتميز بدقّة تمييز كبيرة تتفوّق على العين البشرية أو آلة التصوير العادية، إذ تعجز العين مثلًا عن إدراك أكثر من أربعة مجالات طيفية، بينما يتمتّع (Sentinel-2) بدقّة تصل إلى عشرة أمتار وثلاثة عشر مجالاً طيفياً، ويتلقّى معلومات إضافية من المجال القريب والمتوسّط للأشعة تحت الحمراء. ويبين الجدول (7) خصائص القمر الصناعي (s-2):

الجدول(7): خصائص التابع (s-2)

خصائص التابع (s-2)	
التغطية المنظمة لسطح الأرض	من 56ْ جنوباً وحتى 84ْ شمالاً
التكرارية (revisit)	كل 5 أيام عند خط الاستواء، يتم عبور خط الاستواء في تمام الساعة العاشرة والنصف صباحاً
دقة التمييز المكانية	10م، 20م، 60م.
معلومات متعددة الأطياف	13 مجال طيفي
حقل رؤية واسع	290 كم
المدار	متزامن مع مدار الشمس القطبي، مع 15.3 مدار في كل دورة يومية.

المصدر: S. J Baillarin.(2012)

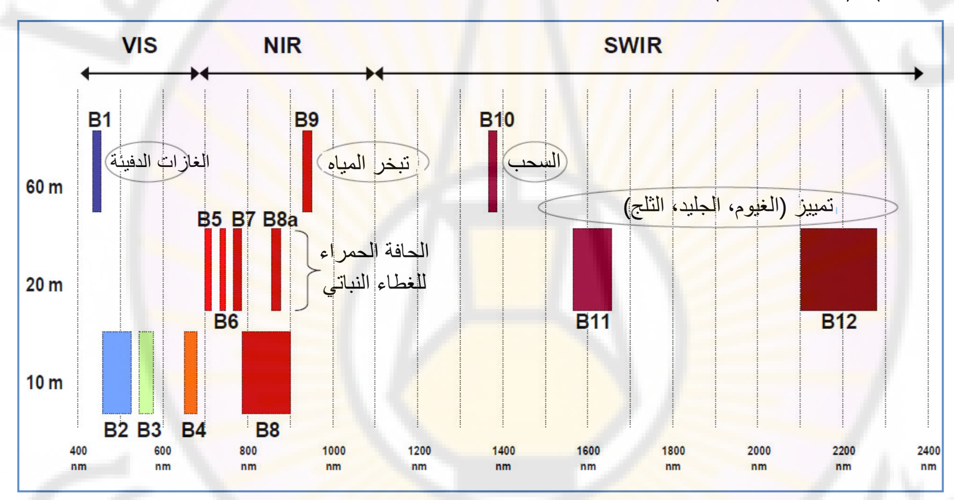
يزوّد التابع (s-2) بمرئيات بصرية ذات مستوى عالي تنتج خرائط انعكاس الغلاف الجوي، وخرائط غطاء الأرض، وخرائط لكشف تغيرات غطاء الأرض، والتغيرات البيولوجية (دليل مساحة الورقة (leaf area index)، ومحتوى الورقة من الكلوروفيل، والمحتوى المائي للورقة)، يمكن استخدام بيانات التابع (s-2) أيضاً في دراسة الخدمات في المناطق كإدارة الأرض، والزراعة، والصناعة، ومراقبة الغابات، والفيضانات، وانفجارات البراكين، والانهيارات الأرضية، بالإضافة إلى الأنشطة البشرية في الأرض، والبنى التحتية، والأمن الغذائي.

يحتوي التابع (s-2) على ثلاثة عشر مجال طيفي (Bands) موضحة في الشكل(22) وهي:

❖ أربع مجالات طيفية حتى (10م): وهي الأزرق (490nm)، والأخضر (560nm)، والأحمر (665nm)، وتحت الأحمر القريب (842nm).

❖ ستة مجالات طيفية حتى (20م): وهي أربعة مجالات طيفية ضيقة في المجال الطيفي الأحمر النباتي (vegetation red edge spectral domain) (705nm, 740nm, 865nm)، ومجالان طيفيان في المجال تحت الأحمر القصير (SWIR) (1610nm, 2190nm) مخصصة لدراسة تغيرات (الغيوم، والجليد، والثلج). وتقييم إجهاد رطوبة النبات.

❖ ثلاثة مجالات طيفية حتى (60م): مخصصة لدراسة تصحيح الغلاف الجوي (443nm) للبخاخات–غازات الدفيئة (aerosols))، ولتبخر المياه (940nm)، ولكشف السحب (cirrus) (1380nm)[7].



الشكل(22): المجالات الطيفية والدقة التمييزية المكانية للتابع (s-2)

المصدر: S. J Baillarin.(2012)

يمكن الحصول على مرئيات القمر (S-2) ضمن ثلاث مستويات هي:

أ- <u>بيانات المستوى (0) والمستوى (1A)</u>: تكون منتجات هذا المستوى على شكل بيانات خام مضغوطة، وأُخرى غير مضغوطة (حسب أغراض المعايرة الداخلية).

ب- <u>بيانات المستوى (1B)</u>: تشمل بيانات مرئيات هذا المستوى على تصحيحات راديومترية، ونموذج هندسي فيزيائي محسَن.

ج- <u>بيانات المستوى (1c)</u>: تكون مرئيات هذا المستوى مصححة عمودياً (Ortho-rectified) لإشعاع الغلاف الجوي، مع قيم طيفية لعناصر الصورة (pixels) الفرعية متعددة، وتسجيل

[7] S. J Baillarin , A. Meygret , C. Dechoz , B. Petrucci , S.Lacherade , T. Tremas, (2012).Sentinel-2 level-1 products and image processing performance, (op.cit).p:4.

متعدد للتواريخ. ويترافق مع المنتج قناع (mask) للمياه، والأرض، والغيوم. يزوّد قناع الغيوم (cloud mask) ببيانات عن السحب (cirrus).

تكون دقة التمييز المكاني (10م، 20م، 60م) وذلك حسب المجال الطيفي، والمنتج الأخير للمستوى (1c) مرتبط بشبكة معرَّفة (100*100 كم^2). تعتمد في إرجاعها على المسقط (UTM).

أنواع المواسح:

1- الخصائص الطيفية لجهاز المسح (OLI) في لاندسات 8:

يجمع OLI البيانات من تسعة قنوات طيفية. سبعة من تسعة نطاقات ستكون متسقة مع راسم الخرائط الموضوعية (TM) والمحسن الموضعي (ETM+) والتي كانت موجودة على أقمار لاندسات السابقة من أجل التوافق مع بيانات لاندسات القديمة. وفي الوقت ذاته تحسين قدرات القياس. وهناك نطاقين طيفيين جديدين أزرق عميق للشاطئ/ والهباء الجوي والموجات القصيرة من الأشعة تحت الحمراء مما يسمح للعلماء بقياس نوعية المياه وتحسين كشف عن ارتفاع الغيوم الرقيقة.

2- الماسح الحراري تيرس (TIRIS):

يقوم بالتصوير الحراري بالإضافة إلى دعم التطبيقات الناشئة في التابع مثل قياسات معدل البخر والنتح لإدارة المياه.

3- الماسح سيفيري (SEVIRI) المحمول على ميتيوسات الثاني:

يحتوي (12) قناة طيفية تعمل في المرئي وتحت الأحمر القريب والمتوسط والحراري. ويعطي صور مناخية كل ربع ساعة بقدرات تمييز ما دون كم.

4- الماسح الراديومتري المتعدد الأطياف:

هذا الحامل محمول على متن التابع الروسي متيور، وقدرة التمييز المكانية 1 كم ويحتوي ست قنوات طيفية تعمل ضمن المجالات الطيفية (المرئي وتحت الأحمر والحراري)

5- الماسح المتعدد الأطياف المحمول على التابع RAPID EYE:

هو عبارة عن خمس توابع تدور وراء بعضها في نفس المدار يمكن أن تعمل لسبع سنوات. ويحتوي الماسح خمس قنوات طيفية في المجال المرئي وتحت الأحمر القريب وتعطي صور بقدرة تمييز 6,5 م.

6- الماسح OCM-2 لمراقبة لون المحيطات:

يعمل ضمن ثماني نطاقات طيفية في المجال المرئي وتحت الأحمر القريب.

7- الماسح الراديومتري المتعدد القنوات:

محمول على متن التوابع الصنعية من نوع WIND AND CLOUD ويحتوي عشر قنوات طيفية تعمل في المجال الحراري وتحت الأحمر المتوسط والبعيد والمجال الحراري.



أنظمة القياس

جغرافية / سنة رابعة

المحاضرة العاشرة

السموت والاتجاهات والزوايا

د. يارا الويش





المحاضرة العاشرة

السموت والاتجاهات والزوايا

د. يارا الويش

مقدمة:

